Prof. dr. dt. N. A. SĂULESCU • Ing. N. N. SĂULESCU

CÎMPUL DE EXPERIENȚĂ

EDIȚIA a II-A

EDITURA AGRO-SILVICĂ — BUCUREȘTI

= 1967 =

Scanned with OKEN Scanner

PREFAȚĂ

Epuizarea în foarte scurt timp a ediției I, publicată acum opt ani, a dovedit atenția mare acordată de cercetătorii noștri schimbărilor radicale introduse în planificarea experiențelor și în valorificarea rezultatelor experimentale. De atunci, noile principii de metodică și tehnică experimentală au fost adoptate treptat de toate stațiunile noastre experimentale agricole și de laboratoarele institutelor agronomice, dînd posibilitatea să se execute experiențe mai exacte și mai complexe, ceea ce a înlesnit înțelegerea mai profundă a interacțiunii principalilor factori, care colaborează la obținerea de recolte mari.

Cooperativizarea agriculturii noastre a ușurat introducerea rapidă, pe tot întinsul țării, a ultimelor cuceriri ale științei și tehnicii agronomice. În aceste condiții, cîmpului de experiență îi revine un rol esențial, el avînd misiunea nu numai să descopere noi mijloace mai perfecționate în cultura plantelor agricole, ci de asemenea să studieze adaptabilitatea lor la variatele condiții din diferitele zone ale țării și să contribuie la progresul general al agriculturii.

Vom reuși să avem experiențe mai exacte și mai folositoare dacă toți cercetătorii noștri vor poseda mai temeinic nu numai tehnica experimentală, ci și metodica experimentală pentru a putea planifica cît mai just experiențele ce execută și pentru a le putea valorifica cît mai complet.

Scanned with OKEN Scanner

În dorința de a contribui ca cercetările viitoare în agricultură să fie mai eficiente și mai productive și pentru a veni în ajutorul cercetătorilor, care doresc să valorifice mai amplu și mai profund experiențele lor, am introdus unele îmbunătățiri în această ediție.

Astfel, au fost completate și sistematizate capitolele privind noțiunile fundamentale, metodele de așezare și de executare a experiențelor și s-au introdus indicații pentru executarea experiențelor pe pășuni și fînețe, în culturile irigate precum și în pomicultură, viticultură și legumicultură.

Capitolele privitoare la valorificarea datelor experimentale și interpretarea rezultatelor experimentale au primit o redactare nouă, introducîndu-se în plus indicații privitoare la valorificarea experiențelor în parcele subdivizate și a experiențelor în serie, precum și la interpretarea rezultatelor.

Spre a fi ușor accesibilă, metoda statistică a fost tratată în mod cît mai explicit, necerînd, pentru folosirea ei cunoștințe speciale de matematică superioară.

Bibliografia cuprinzătoare de la sfîrșitul lucrării va ușura, celor ce vor o pătrundere mai adîncă a metodicii și tehnicii experimentale, însușirea noțiunilor necesare.

Cu aceste completări, lucrarea va reuși sperăm, să fie pentru cercetătorii din institutele de cercetări și din institutele de învățămînt superior agricol o călăuză permanentă de la planificarea și așezarea experiențelor pînă la calcularea și interpretarea rezultatelor.

Lucrarea este destinată în același timp atît specialiștilor agricoli din producție, care au sarcina să aplice rezultatele obținute în stațiunile experimentale și să găsească formule de agricultură mai adaptate specificului local cît și studenților ce vor să cunoască metodica și tehnica experimentală modernă.

Ne-au pus cu multă amabilitate la dispoziție un valoros material documentar domnii:

— Prof. Cirillo Maliani de la Uniunea Sindicatelor Agricole din Italia.

— Prof. Dr. Dr. h. c. Bernhard Husfeld, directorul Institutului de Cercetări pentru Viticultură de la Geilweilerhof din Republica Federală a Germaniei.

— Dr. Carl Heinrich Roemer, directorul Institutului pentru încercarea soiurilor de la Rethmar din Republica Federală a Germaniei.

Scanned with OKEN Scanner

— Dr. S. C. Pearce de la Stațiunea de Cercetări Pomicole de la East Malling (Kent) din Anglia, precum și Centrala pentru încercarea Soiurilor de la Nossen din Republica Democrată Germană.

Tuturor, autorii le aduc și pe această cale cordiale mulțumiri pentru amicalul ajutor acordat.

Ne-au dat prețioase sugestii pentru perfecționarea lucrării mulți colegi din învățământul superior agricol precum și numeroși cercetători din stațiunile experimentale agricole cărora le aducem călduroase mulțumiri.

Diferitele capitole din prezenta lucrare au fost redactate astfel:

N. A. Săulescu, profesor la Institutul Agronomic „N. Bălcescu" București — capitolele 1—7;

N. N. Săulescu, cercetător la Stațiunea Experimentală Agricolă Lovrin (Banat) — capitolele 8—12.

AUTORII

București, 1 martie 1967

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

Capitolul 1. **Preliminarii** 27

1.1. Nomenclatură 27
1.2. Istoricul experienţelor de cîmp 29
1.3. Importanţa experienţelor de cîmp 32
1.4. Parcela experimentală 33

I. Forma parcelelor 34
II. Mărimea parcelelor 35
III. Factori deformatori ai producţiei parcelelor 38

1.5. Repetiţie 44
1.6. Bloc 45
1.7. Clasificarea experienţelor 46
1.8. Durata experienţelor 47
1.9. Caracteristicile esenţiale ale metodicei experimentale 48

I. Distribuirea la întîmplare a variantelor pe teren (randomizare) 48
II. Controlul influenţei fertilităţii solului 51
III. Studierea mai multor factori în aceeaşi experienţă . . . 52
IV. Compararea directă a numeroase variante 53

1.10. Condiţii de reuşită a experienţelor 54

Capitolul 2. **Metode de aşezare a experienţelor** 56

2.1. Generalităţi 56

Scanned with OKEN Scanner

2.2. Aşezarea în blocuri randomizate pentru experienţe monofactoriale . 57
2.3. Aşezarea în patrat latin pentru experienţe monofactoriale . . 59
2.4. Aşezarea în dreptunghi latin pentru experienţe monofactoriale . . 60
2.5. Aşezările în grilaje pentru experienţele monofactoriale . . . 61
I. Grilajul balansat 62
II. Grilajul patrat balansat 63
2.6. Aşezarea în blocuri randomizate pentru experienţe polifactoriale . 64
2.7. Aşezarea în patrat latin pentru experienţe polifactoriale . . . 65
2.8. Aşezarea în dreptunghi latin pentru experienţe polifactoriale . . 67
2.9. Aşezarea în parcele subdivizate pentru experienţe polifactoriale . 67
2.10. Metoda parcelelor subdivizate aşezate în benzi pentru experienţe polifactoriale 70
2.11. Alte metode de aşezare pentru experienţe polifactoriale . . . 70
2.12. Criterii pentru alegerea metodei de aşezare a experienţelor . . 70

Capitolul 3. **Măsuri generale de executare a experienţelor** 72
3.1. Planificarea experienţelor 72
I. Fixarea obiectivelor 72
II. Stabilirea indicilor experimentali 73
III. Precizarea metodei de analiză a rezultatelor experimentale . 74
3.2. Procurarea inventarului necesar 74
3.3. Alegerea terenului pentru cîmpul de experienţă 76
3.4. Fixarea asolamentului 80
3.5. Procurarea sămînţii 82
3.6. Pregătirea terenului 83
3.7. Aşezarea pe teren a experienţei 84
3.8. Etichetarea experienţelor 86
3.9. Aplicarea îngrăşămintelor 86
3.10. Semănatul 87
3.11. Lucrări de îngrijire 88
3.12. Observaţii de vegetaţie 89
3.13. Lucrări de recoltare 91
3.14. Luarea probelor 92
3.15. Rectificarea producţiei parcelelor experimentale . . . 93
I. Corectarea diferenţelor de densitate 93
II. Corectarea diferenţelor de umiditate 94
3.16. Metode de perspectivă pentru înregistrarea datelor din cîmp şi din laborator 94

Capitolul 4. **Executarea experienţelor cu soiuri** 97
4.1. Generalităţi 97

Scanned with OKEN Scanner

4.2. Cereale păioase 101
4.3. Porumb 109
4.4. Leguminoase de boabe 115
I. Mazărea comestibilă de boabe 115
II. Lintea 116
III. Fasolea 117
IV. Soia 117
4.5. Floarea-soarelui 118
4.6. Cartof 120
4.7. Sfecla de zahăr şi de nutreţ 124
4.8. Inul de fuior şi de ulei 128
4.9. Cînepa de fuior 131
4.10. Leguminoase perene de nutreţ 132
4.11. Măzărichea de primăvară *(Vicia sativa)*. Măzărichea de toamnă *(V. villosa* şi *V. pannonica)* 135
4.12. Iarba de Sudan 136
4.13. Porumbul de siloz 137
4.14. Porumbul masă verde 138

Capitolul 5. **Experienţe cu tratamente** 140

5.1. Experienţe cu îngrăşăminte şi amendamente . 140
I. Structura 141
II. Plantele cu care se experimentează 143
III. Mărimea parcelei 143
IV. Alegerea locului, rotaţia şi pregătirea terenului . . . 143
V. Aplicarea îngrăşămintelor şi semănatul 144
VI. Lucrări de îngrijire şi observaţii de vegetaţie 144
VII. Recoltarea 145
VIII. Durata 145
5.2. Experienţe cu metode culturale 146
I. Categorii 146
II. Mărimea parcelelor 148
III. Durata experienţelor 148
5.3. Experienţe cu preparate chimice 148

Capitolul 6. **Executarea altor categorii de experienţe** 150

6.1. Experienţe pe păşuni şi fîneţe 150
I. Generalităţi 150
II. Indicaţii pentru experienţe pe pajişti semănate 153
III. Indicaţii pentru experienţe pe fîneţe 153
IV. Indicaţii pentru experienţe pe păşuni 154

Scanned with OKEN Scanner

6.2. Experienţe în pomicultură 156
I. Obiective de cercetare 156
II. Alegerea terenului 157
III. Parametrii experienţei 157
IV. Executarea experienţelor 160
6.3. Experienţe în viticultură 161
I. Obiective de cercetare 161
II. Alegerea terenului 162
III. Parametrii experienţei 162
IV. Executarea experienţelor 163
6.4. Experienţe în legumicultură 164
I. Obiective de cercetare 164
II. Alegerea terenului 164
III. Parametrii experienţei 165
IV. Executarea experienţelor 167
6.5. Experienţe în condiţii de irigare 167
I. Obiective de cercetare 167
II. Parametrii experienţei 167
III. Executarea diferitelor grupe de experienţe 169

Capitolul 7. **Loturi demonstrative şi experienţe de producţie** 171

Capitolul 8. **Noţiuni introductive de valorificare a rezultatelor experimentale** . . 174
8.1. Generalităţi. Distribuţii observate 174
8.2. Distribuţia normală 177
8.3. Probe de sondaj. Estimarea parametrilor 179
8.4. Distribuţii ale estimaţiilor. Eroarea mediei 183
8.5. Valori *t*. Distribuţia *t*. Intervale de încredere 185
8.6. Distribuţia diferenţelor. Eroarea diferenţei 187
8.7. Testarea ipotezelor. Semnificaţia diferenţelor 191
8.8. Analiza varianţei. Proba *F* 193
8.9. Testarea semnificaţiei rezultatelor valorificate prin analiza varianţei 199
I. Proba *F* şi proba *t* 199
II. Metoda comparaţiilor multiple (testul Duncan) 200
III. Analiza statistică a curbelor de răspuns 203
IV. Subdivizarea varianţei variantelor 207
8.10. Abateri de la modelul teoretic al analizei varianţei. Transformări . 208

Capitolul 9. **Valorificarea experienţelor cu un singur factor** 211
9.1. Etapele generale ale valorificării rezultatelor experimentale . . 211
9.2. Valorificarea experienţelor aşezate în blocuri randomizate . . 213

Scanned with OKEN Scanner

9.3. Valorificarea experienţelor aşezate în patrat latin 217
9.4. Valorificarea experienţelor aşezate în dreptunghi latin 221
9.5. Valorificarea experienţelor aşezate în grilaje 224
I. Valorificarea grilajelor balansate cu 9, 16, 25, 49, 64 şi 81 variante cu $(k+1)$ repetiţii 225
II. Valorificarea grilajelor patrate cu 16 şi 64 variante cu $(k+1)$ repetiţii 230
III. Valorificarea grilajelor patrate cu 25, 49, 81, 121 şi 169 variante în $(k+1)/2$ repetiţii 238
9.6. Valorificarea experienţelor cu parcele lipsă 246

Capitolul 10. **Valorificarea experienţelor polifactoriale** 250
10.1. Noţiuni generale 250
I. Noţiunea de interacţiune 250
II. Metoda generală de calcul 252
III. Interpretarea şi prezentarea rezultatelor 253
10.2. Valorificarea experienţelor polifactoriale aşezate în blocuri randomizate 255
10.3. Valorificarea experienţelor polifactoriale aşezate în parcele subdivizate 258
I. Valorificarea experienţelor cu 2 factori aşezate în parcele subdivizate 259
II. Valorificarea experienţelor cu 3 factori, aşezate în parcele subdivizate 262
10.4. Valorificarea experienţelor polifactoriale cu doi factori în parcele subdivizate aşezate în benzi 270

Capitolul 11. **Valorificarea seriilor de experienţe** 275
11.1. Noţiuni introductive 275
11.2. Metoda generală de calcul 277
11.3. Două posibilităţi de interpretare a rezultatelor seriilor de experienţe 280
11.4. Valorificarea seriilor de experienţe monofactoriale cu plante anuale pe mai mulţi ani sau mai multe localităţi 283
I. Valorificarea experienţelor executate mai mulţi ani în aceeaşi localitate 283
II. Valorificarea experienţelor executate într-un singur an în mai multe localităţi 286
III. Valorificarea seriilor de experienţe cu număr diferit de repetiţii 286
11.5. Valorificarea seriilor de experienţe polifactoriale cu plante anuale . 289
11.6. Valorificarea seriilor de experienţe cu plante perene, sau a seriilor de experienţe staţionare în monocultură 293

Scanned with OKEN Scanner

11.7. Valorificarea seriilor de experienţe executate mai mulţi ani în mai multe localităţi 296

Capitolul 12. Interpretarea şi prezentarea rezultatelor experimentale 303

12.1. Noţiuni generale 303
12.2. Noţiuni introductive în analiza relaţiei dintre variabile . . . 304
12.3. Analiza legăturii între variabile cu ajutorul corelaţiei . . 310
12.4. Analiza legăturii între variabile cu ajutorul regresiei . . . 316
I. Regresia liniară simplă 316
II. Regresia patratică 321
III. Regresia şi analiza varianţei 323
12.5. Analiza covarianţei 324
12.6. Prezentarea rezultatelor 329
12.7. Justificarea recomandărilor 330

Bibliografie 333

Tabele anexă 337

The experimental field (rezumat în limba engleză) 372
Опытное поле (rezumat în limba rusă) 374

Scanned with OKEN Scanner

11.7. Valorificarea seriilor de experienţe executate mai mulţi ani în mai multe localităţi 296

Capitolul 12. Interpretarea şi prezentarea rezultatelor experimentale 303

12.1. Noţiuni generale 303
12.2. Noţiuni introductive în analiza relaţiei dintre variabile . . . 304
12.3. Analiza legăturii între variabile cu ajutorul corelaţiei . . 310
12.4. Analiza legăturii între variabile cu ajutorul regresiei . . . 316
I. Regresia liniară simplă 316
II. Regresia patratică 321
III. Regresia şi analiza varianţei 323
12.5. Analiza covarianţei 324
12.6. Prezentarea rezultatelor 329
12.7. Justificarea recomandărilor 330

Bibliografie 333

Tabele anexă 337

The experimental field (rezumat în limba engleză) 372
Опытное поле (rezumat în limba rusă) 374

Scanned with OKEN Scanner

CONTENTS

Chap. *1.* **Preliminaries** 27

1.1. Nomenclature 27
1.2. History of fields experiments 29
1.3. Importance of fields experiments 32
1.4. Experimental plot 33
I. Shape of plots 34
II. Size of plots 35
III. Deformative factors of plot production 38
1.5. Replication 44
1.6. Block 45
1.7. Classification of experiments 46
1.8. Duration of experiments 47
1.9. Essential characteristics of experimental method 48
I. Distribution at random of variants in the fields (Randomization) 48
II. Control of soil fertility influence 51
III. Study of several factors in the same experiment . . . 52
IV. Direct comparision of numerous treatments 53
1.10. Conditions for successful experiments 54

Chap. *2.* **Experimental desings** 56

2.1. Generalities 56

Scanned with OKEN Scanner

2.2. Randomized blocks design for monofactorial experiments . . . 57
2.3. Latin square design for monofactorial experiments 59
2.4. Latin rectangle designs for monofactorial experiments 60
2.5. Lattice designs for monofactorial experiments 61
I. Balanced lattice 62
II. Balanced square lattice 63
2.6. Randomized blocks designs for polyfactorial experiments . . . 64
2.7. Latin square designs for polyfactorial experiments 65
2.8. Latin rectangle desings for polyfactorial experiments 67
2.9. Split plot design for polyfactorial experiments 67
2.10. Strip plot design for polyfactorial experiments 70
2.11. Other methods of designs for polyfactorial experiments . . . 70
2.12. Criteria for establishing the experimental design 70

Chap. 3. **General methods of conducting experiments** 72

3.1. Planning of experiments 72
I. Determination of objects 72
II. Determination of experimental indexes 73
III. Specification of method for analysis of experimental results . 74
3.2. Acquirement of necessary inventory 74
3.3. Choice of area for the experimental field 76
3.4. Determination of crop rotation 80
3.5. Acquirement of seed 82
3.6. Preparation of soil 83
3.7. Design for field experiment 84
3.8. Labelling of experiments 86
3.9. Fertilizer application 86
3.10. Sowing 87
3.11. Cultural operations 88
3.12. Taking notes during the season 89
3.13. Harvesting 91
3.14. Taking of samples 92
3.15. Rectification of production of experimental plots 93
I. Correction of density differences 93
II. Correction of humidity differences 94
3.16. Prospective methods for recording field and laboratory data . . 94

Chap. 4. **Conducting experiments with crop varieties** 97

4.1. Generalities 97

Scanned with OKEN Scanner

4.2. Small grains 101
4.3. Maize 109
4.4. Leguminous grain crops 115
I. Peas 115
II. Lentil 116
III. Bean 117
IV. Soybean 117
4.5. Sunflower 118
4.6. Potato 120
4.7. Sugar-beet and field beet 124
4.8. Flax and oil linseed 128
4.9. Hemp 131
4.10. Perennial leguminous forage plants 132
4.11. Spring wetch *(Vicia sativa)* and winter vetch *(V. villosa* and *V. panonica)* 135
4.12. Sudan grass 136
4.13. Silo-maize 137
4.14. Green forage maize 138

Chap. 5. **Experiments with treatments** 140

5.1. Experiments with fertilizers and liming 140
I. Structure 141
II. Plants with which experiments are conducted . . . 143
III. Size of plot 143
IV. Choice of location, rotation and preparation of plot . . 143
V. Fertilizer application and sowing 144
VI. Cultural operation and observations 144
VII. Harvesting 145
VIII. Duration 145
5.2. Experiments with cultural methods 146
I. Cathegories 146
II. Size of plot 148
III. Duration of experiments 148
5.3. Experiments with chemicals 148

Chap. 6. **Conducting other cathegories of experiments** 150

6.1. Experiments on grazing lands and meadows 150
I. Generalities 150
II. Indication for experiments on seed grassland . . . 153
III. Indication for experiments on meadows 153
IV. Indication for experiments on grazing lands . . . 154

Scanned with OKEN Scanner

6.2. Experiments in fruit growing 156
I. Research objects 156
II. Location 157
III. Experimental parameters 157
IV. Conduct of experiment 160
6.3. Experiments in viticulture 161
I. Research objects 161
II. Location 162
III. Experimental parameters 162
IV. Conduct of experiment 163
6.4. Experiments in vegetable growing 164
I. Research objects 164
II. Location 164
III. Experimental parameters 165
IV. Conduct of experiment 167
6.5. Experiments under irrigation 167
I. Research objects 167
II. Experimental parameters 167
III. Conduct of different groups od experiments 169

Chap. 7. **Demonstrative plots and production experiments** 171

Chap. 8. **Introductory notions of analysis of experimental results** 174
8.1. Generalities. Observed distribution 174
8.2. Normal distribution 177
8.3. Sampling. Estimation of parameters 179
8.4. Distribution of estimates. Standard error 183
8.5. *t* values. *t* distribution. Confidence intervals 185
8.6. Distribution of differences. Error of differences 187
8.7. Testing of hypothesis. Significance of differences 191
8.8. Analysis of variance. F Test 193
8.9. Testing of significance of data computed by analyses of variance . 199
I. F and t tests 199
II. Multiple comparison method (Duncan's test) 200
III. Statistical analysis of response curves 203
IV. Subdivision of treatment variations 207
8.10. Deviation from the theoretical pattern of the analysis of variance. Transformations 208

Chap. 9. **Analysis of single factor experiments** 211
9.1. General stages of analysing the experimental results 211
9.2. The analysis of data from experiments with randomized blocks . 213

Scanned with OKEN Scanner

9.3. The analysis of data from experiments with Latin squares . . 217
9.4. The analysis of data from experiments with Latin rectangles . . . 221
9.5. The analysis of data from lattice experiments . . . 224
I. The analysis of data from balanced lattices with 9, 16, 25, 49 and 81 treatments with (k+1) replications 225
II. The analysis of data from square lattices with 16 and 64 treatments (k+1) replications 230
III. The analysis of data from square lattices with 25, 49, 81, 121 and 169 treatments in (k+1/2) replications 238
9.6. The analysis of data from experiments with missing plots . . . 246

Chap. 10. **The analysis of data from polyfactorial experiments** 250
10.1. General notions 250
I. Interaction 250
II. General computing method 252
III. Interpretation and presentation of data 253
10.2. The analysis of data from experiments with polyfactorial randomized blocks 255
10.3. The analysis of data from experiments with split plots 258
I. The analysis of two-factor experiments 259
II. The analysis of three-factor experiments 262
10.4. The analysis of data from experiments with strip plots 270

Chap. 11. **The analysis of data from experimental series** 275
11.1. Introductory notions 275
11.2. General computing method 277
11.3. Two possibilities for interpreting the data from experimental series . 280
11.4. The analysis of data from monofactorial experiments with annuals . 283
I. The analysis of data from several year experiments on the same location 283
II. The analysis of the data from one year experiments on distinct location 286
III. The analysis of data from experimental series with various replications 286
11.5. The analysis of data from experimental serie with annuals . . 289
11.6. The analysis of data from experimental series with perennials or stationary monoculture 293
11.7. The analysis of data from several year experimental series on various locations 296

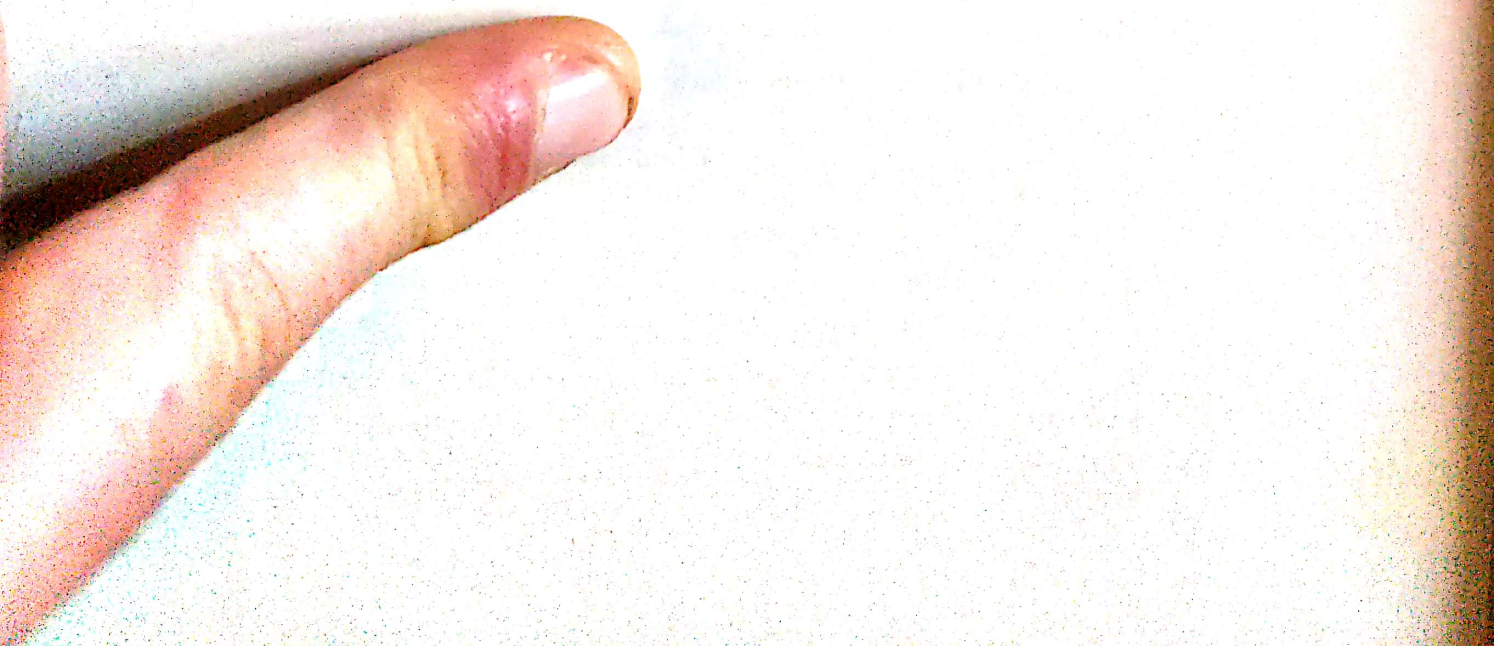
Scanned with OKEN Scanner

Chap. 12. **Interpretation and presentation of results** 303

12.1. General considerations 303
12.2. Introductory consideration in compared analysis 304
12.3. Analysis of relation between variables using the correlation method . 310
12.4. Analysis of relation between variables using the regression method . 316

I. Linear regression 316
II. Quadratic regression 321
III. Regression and analysis of variance 323

12.5. Analysis of co-variance 324
12.6. Presentation of experimental results 329
12.7. Justification for recommandations 330
Bibliography 333
Anexed tables 337
The experimental field (english summary) 372
Опытное поле (russion summary) 374



Scanned with OKEN Scanner

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1. **Предварительные сведения** 27

1.1. Номенклатура 27
1.2 История полевых опытов 29
1.3 Значение полевых опытов 32
1.4. Опытная делянка 33

I. Форма делянки 34
II. Размеры делянок 35
III. Факторы деформирующие производительность делянок 38

1.5. Повторность 44
1.6. Блок 45
1.7. Классификация опытов 46
1.8. Продолжительность опытов 47
1.9. Основные характеристики экспериментальной методики 48

I. Случайное расположение вариантов на месте (рендомизация) 48
II. Контроль влияния плодородия почвы 51
III. Изучение многих факторов при одном и том-же опыте .. 52
IV. Непосредственное сравнение многочисленных вариантов 53

1.10. Условия удачи опытов 54

Глава 2. **Методы построения опытов** 56

2.1. Общие сведения 56

Scanned with OKEN Scanner

2.2. Расположение в рендомизированных блоках для монофакториальных опытов 57
2.3. Расположение в латинских квадратах 59
2.4. Расположение в латинских прямоугольниках для однофакториальных опытов 60
2.5. Расположение по схеме решетки для однофакториальных опытов 61
I. Сбалансированная решетка 62
II. Квадратная сбалансированная решетка 63
2.6. Расположение в рендомизированных блоках для многофакториальных опытов 64
2.7. Расположение в латинском квадрате для многофакториальных опытов 65
2.8. Расположение в латинском прямоугольнике для многофакториальных факторов 67
2.9. Расположение на расщепленных делянках для многофакториальных опытов 67
2.10. Метод расщепленных делянок расположенных полосами для многофакториальных опытов 70
2.11. Другие методы расположения для многофакториальных опытов 70
2.12. Критерии для выбора метода распложения опытов 70

Глава 3. **Общие мероприятия по проведению опытов** 72

3.1. Планирование опытов 72
I. Определение объективов 72
II. Установление экспериментальных показателей 73
III. Уточнение метода для анализа опытных результатов 74
3.2. Приобретение необходимого инвентаря 74
3.3. Выбор площади для опытного поля 76
3.4. Определение севооборота 80
3.5. Доставка семян 82
3.6. Подготовка почвы 83
3.7. Расположение опыта на месте 84
3.8. Прикрепление ярлыков на опытных делянках 86
3.9. Применение удобрений 86
3.10. Посев 87
3.11. Работа по уходу 88
3.12. Наблюдения в периоде вегетации 89
3.13. Работа по уборке урожая 91
3.14. Снятие выборок 92
3.15. Поправка урожая на опытных делянках 93

Scanned with OKEN Scanner

I. Поправка различия стеблестоя 93
II. Поправка различия влажности 94

3.16. Перспективные методы для регистрации полевых и лабораторных данных 94

Глава 4. **Проведение опытов с сортами** 97

4.1. Общие сведения 97
4.2. Колосовые зерновые 101
4.3. Кукуруза 109
4.4. Зерно-бобовые 115

I. Горох 115
II. Чечевица 116
III. Фасоль 117
IV. Соя 117

4.5. Подсолнечник 118
4.6. Картофель 120
4.7. Сахарная и кормовая свёкла 124
4.8. Лён долгунец и лён кудряш 128
4.9. Конопля 131
4.10. Многолетние кормовые бобовые 132
4.11. Вика яровая (*Vicia sativa*)
Вика озимая (*V. villosa* и *V. pannonica*) 135
4.12. Суданская трава 136
4.13. Кукуруза на силос 137
4.14. Кормовая кукуруза 138

Глава 5. **Опыты по растениеводству** 140

5.1. Опыты с почвоулучщающими средствами 140

I. Структура 141
II. Растения для опытов 143
III. Размеры делянок 143
IV. Выбор места, плодосмен и подготовка почвы 143
V. Применение удобрений и посев 144
VI. Работы по уходу и наблюдения в периоде вегетации 144
VII. Уборка 145
VIII. Продолжительность 145

5.2. Опыты с культурными методами 146

I. Категории 146
II. Размеры делянок 148
III. Продолжительность опытов 148

5.3. Опыты с химическими средствами 148

Scanned with OKEN Scanner

Глава 6. **Проведение разных опытов** 150

6.1. Опыты на лугах и пастбищах 150

I. Общие сведения 150
II. Указания для опытов на засеянных лугах 153
III. Указания для опытов на лугах 153
IV. Указания для опытов на пастбищах 154

6.2. Опыты в плодоводстве 156

I. Объективы для исследования 156
II. Выбор места 157
III. Параметры опыта 157
IV. Проведение опытов 160

6.3. Опыты по виноградарству 161

I. Объективы для исследования 161
II. Выбор места 162
III. Параметры опыта 162
IV. Проведение опытов 163

6.4. Опыты в области овощеводства 164

I. Объективы для исследования 164
II. Выбор места 164
III. Параметры опыта 165
IV. Проведение опытов 167

6.5. Опыты в условиях орошения 167

I. Объективы для исследования 167
II. Параметры опыта 167
III. Проведение различных групп опытов 169

Глава 7. **Показательные поля и производственные опыты** 171

Глава 8. **Предварительные сведения относительно анализа результатов опытов** 174

8.1. Общие данные. Фактические распределения 174
8.2. Нормальное распределение 177
8.3. Выборочные наблюдения. Оценка параметров 179
8.4. Распределение оценок. Ошибка средней 183
8.5. Значения *t*. Распределение *t*. Доверительный интервал 185
8.6. Распределение разностей. Стандартное отклонение разности .. 187
8.7. Проверка гипотез. Существенность разностей 191
8.8. Дисперсионный анализ. Критерий *F* 193
8.9. Проверка существенности результатов анализированных путем дисперсионного анализа 199

I. Критерий *F* и критерий *t* 199
II. Метод множественных сравнений 200
III. Статистический анализ кривых реакций 203
IV. Разложение дисперсий вариантов 207

Scanned with OKEN Scanner

8.10. Нарушения теоретической модели лдисперзионного анализа. Преобразования 208

Глава 9. **Анализ опытов с одним фактором** 211

9.1. Основные этапы анализа экспериментальных результатов 211

9.2. Анализ опытов расположенных в рендомизированных блоках .. 213

9.3. Анализ опытов расположенных в латинском квадрате 217

9.4. Анализ опытов расположенных в латинском прямоугольнике .. 221

9.5. Анализ опытов расположенных в решетках 224

I. Анализ сбалансированных решеток с 9, 16, 25, 49 и 81 и 81 вариантами и с (к+1) повторениями 225

II. Анализ квадратных решеток с 16 и 64 вариантамии (к+1) повторениями 230

III. Анализквадратных решеток с 25, 49, 81, 121, и 169 вариантами и (к+1) повторениями 238

9.6. Анализ опытов с выпавшими делянками 246

Глава 10. **Анализ многофакториальных опытов** 250

10.1. Общие сведения 250

I. Понятие о взаимодействии 250

II. Общий метод расчета 252

III. Интерпретация и представление данных 253

10.2 Анализ многофакториальных опытов расположенных в рендомизированных блоках 255

10.3. Анализ многофакториальных опытов расположеных в расщепленных делянках 258

I. Анализ опытов с двумя факторами 259

II. Анализ опытов с тремя факторами 262

10.4. Анализ многофакториальных опытов расположенных полосами 270

Глава 11. **Анализ серий опытов** 275

11.1 Вводные понятия 275

11.2. Общий метод расчета 277

11.3 .Две возможности интерпретации результатов серий опытов .. 280

11.4. Анализ серий однофакториальных опытов с однолетними растениями 283

I. Анализ опытов выполняемых несколько лет в одной и той же местности 283

II. Анализ опытов выполняемых за один год в нескольких местностях 286

III. Анализ серий опытов с разным числом повторений 286

11.5. Анализ серий многофакториальных опытов с однолетними растениями 289

11.6. Анализ серий опытов с многолетними или неизменяемыми делянками в монокультуре 293

11.7. Анализ серий опытов выполняемых несколько лет в нескольких местностях 296

Глава 12. **Интерпретация и представление результатов** 303

12.1. Общие сведения 303

12.2. Предварительные понятия для анализа зависимости между переменными 304

12.3. Анализ зависимости переменных с помощью корреляции 310

12.4. Анализ зависимости переменных с помощью регрессии 316

I. Линейная регрессия 316
II. Регрессия второго порядка 321
III. Регрессия и дисперсионный анализ 323

12.5. Анализ ковариации 324

12.6. Представление результатов опытов 329

12.7. Оправдание рекомендации 330

Библиография 333
Таблицы — приложения 337
The experimental field (резюме на английском языке) 372
Опытное поле (резюме на русском языке) 374

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL

1

PRELIMINARII

1.1. NOMENCLATURĂ

Prin *experiență de cîmp* se înțelege o cultură comparativă executată după anumite reguli, pe parcele egale ca mărime și grupate cît mai strîns pe teren, așezată în condiții naturale identice celor din cultura mare și planificată cu scopul de a afla soiul (respectiv hibridul) sau tratamentul, care reușește să realizeze producțiile cele mai mari și superioare calitativ și la prețul de cost cel mai scăzut.

La calcularea prețului de cost se vor lua în considerare de asemenea și produsele secundare (de ex. paiele la cerealele păioase, frunzele și capetele la sfecla de zahăr etc.) precum și rezerva de apă și de substanțe nutritive, rămasă în sol și starea fizică în care este lăsat solul.

Experiențele de cîmp s-au impus, prin precizia și exactitatea planificării și executării lor, spre deosebire de observațiile și simplele încercări în cîmp ce se făceau în trecut și ale căror rezultate, neputînd fi reproduse după voință, nu erau convingătoare. Se constatase într-adevăr, că efectele diferitelor tratamente și producțiile diferitelor soiuri din aceste încercări nesistematice, variau mult de la o localitate la alta și de la un an la altul datorită fluctuațiilor cauzate de factori foarte variați.

S-a elaborat treptat o metodică a cîmpului de experiență, care folosește o terminologie specială, despre care vom da amănunte în cele ce urmează.

Cîmpul de experiență este porțiunea de teren, pe care se execută experiențele de cîmp denumite și culturi comparative.

O cultură comparativă este constituită din *parcele experimentale*, care trebuie observate, îngrijite și recoltate separat.

Scanned with OKEN Scanner

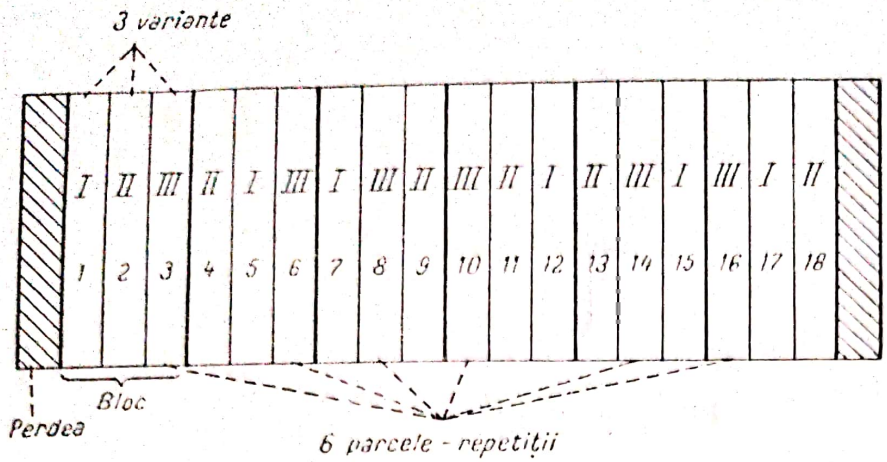


Fig. 1.1 — Componentele unei experienţe de cîmp

Într-o experienţă de cîmp se compară soiuri, îngrăşăminte, metode culturale etc. care, deoarece variază de la o parcelă la alta, se numesc *variante* (fig. 1.1).

Fiecare variantă este repetată de mai multe ori; parcelele experimentale, ocupate de aceeaşi variantă, se numesc *parcele-repetiţii* ale acelei variante; vom avea, aşadar, într-o experienţă, parcela-repetiţie I, a II-a, a *n*-a a unui soi, îngrăşămînt etc. Termenul de *„repetiţie"* este folosit pentru a indica totalitatea parcelelor, care cuprinde o singură dată toate variantele (fig. 1.1).

Grupa de parcele, ocupate de variante diferite aparţinînd aceleiaşi repetiţii şi înşiruite orizontal, se numeşte *bloc*; cînd parcelele sînt înşiruite vertical, grupa de parcele se numeşte *coloană*.

Atît blocul cît şi coloana pot cuprinde toate variantele dintr-o repetiţie sau numai o parte din acestea, condiţia esenţială fiind gruparea strînsă a parcelelor pe teren astfel, ca solul în interiorul blocului sau coloanei să fie cît mai uniform posibil.

Numim *perdele* sau *parcele protectoare* parcelele marginale, care nu sînt ocupate de variantele din experienţă, dar a căror prezenţă este necesară, deoarece apără parcelele experimentale de pe laturi de influenţa marginii provocată de cărări sau drumuri. Perdelele sînt reprezentate în planurile experienţelor de cîmp, de obicei, prin parcele haşurate.

În afară de perdele se recomandă, în scopul feririi experienţei de pagube provocate de animale etc., dar mai ales pentru a situa experienţa într-o ambianţă cît mai apropiată de cea din cultura mare, ca întreaga cultură comparativă sau mai multe culturi comparative împreună să fie înconjurate cu o *bandă de protecţie* de cel puţin două lăţimi de maşină (la plantele semănate în rînduri dese) şi de 8—10 rînduri (la plantele semănate în rînduri larg distanţate) din planta, cu care se experimentează. Banda de protecţie se va face mult mai lată (30—50 lăţimi de maşină, respectiv 50—100 rînduri la plantele prăşitoare) în caz că experienţa n-a fost aşezată în cultura mare a plantei respective.

Experienţele pot fi *monofactoriale* şi *polifactoriale*. Sînt experienţe monofactoriale, experienţele în care se urmăreşte acţiunea numai a unui singur

factor, de ex. numai a soiurilor sau numai a îngrășămintelor etc. ceilalți factori fiind menținuți constanți. Experiențele polifactoriale cercetează simultan, în aceeași cultură comparativă, acțiunea mai multor factori, de ex. a soiului și a cantității de sămînță (experiență bifactorială) sau a soiului, a cantității de sămînță și a plantei premergătoare (experiență trifactorială) etc.

Experiențele pot să fie *simple* adică să fi fost executate un singur an și într-un singur loc sau pot fi *în serie,* adică una și aceeași experiență să fie executată mai mulți ani de-a rîndul sau în mai multe localități sau și una și alta.

Prin experiențele de cîmp se urmărește nu *determinarea absolută a producției* la hectar pentru un anumit soi, îngrășămînt, metodă culturală, ci *compararea variantelor experimentate,* în scopul de a constata *diferențele de producție,* chiar mici, existente între ele și a afla probabilitatea, cu care aceste diferențe se vor realiza la o repetare a experienței sau la o aplicare în condiții de producție a variantelor, care s-au dovedit superioare. Pe aceste diferențe de producție se bazează, de altfel, recomandările pentru practică și pentru ele producția va adopta un nou soi, un alt îngrășămînt sau o metodă culturală mai perfecționată.

1.2. ISTORICUL EXPERIENȚELOR DE CÎMP

În dezvoltarea și perfecționarea experiențelor de cîmp se disting trei epoci principale:

EPOCA OBSERVAȚIILOR ȘI ÎNCERCĂRILOR SIMPLE, ale cărei începuturi se pierd în negura timpurilor și care durează pînă la Liebig.

Observații și încercări simple s-au făcut de la primele străduințe ale oamenilor de a-și asigura hrana. Au făcut astfel de observații înșiși oamenii primitivi, care colectau semințe, bulbi și rădăcini de la plantele, pe care le constataseră mai productive și mai gustoase. Tot prin încercări simple s-au orientat apoi primii agricultori asupra valorii semințelor răpite de la vreun trib sau neam vecin sau aduse din ținuturi îndepărtate. De asemenea metode culturale diferite, obișnuite în alte țări ca și cele inovate de oameni iscusiți au fost adoptate după ce mai înainte fuseseră verificate prin încercări. Tot astfel variatele mijloace de îngrășare a solului (cenușa, fecalele, gunoiul de grajd etc.) au fost de nesfîrșite generații, încercate în diferitele ținuturi ale globului.

Nu se poate preciza cine a executat cele dintîi încercări în cîmp; fără îndoială că ideea de a face astfel de încercări este tot așa de veche ca și dorința de a învinge greutățile ivite în agricultură. Astfel, chiar Romanii, curioși să afle de ce Sicilia și Campania, grînarele Romei, se istoviseră, au încercat să schimbe sămînța între diferitele provincii și au putut determina astfel cele mai bune proveniențe. Tot Romanii, bazîndu-se de asemenea pe încercări în cîmp au cunoscut influența binefăcătoare, în sporirea rodniciei pămîntului, a gunoiului de grajd, a îngrășămintelor verzi și a amendamentelor calcaroase.

În evul mediu au fost vremuri prea critice pentru agricultură spre a se fi putut înregistra vreun progres în promovarea experiențelor de cîmp. Abia în

Scanned with OKEN Scanner

secolul al XVIII-lea putem constata încercări serioase în acest domeniu: astfel Achard, fondatorul celei dintîi fabrici de zahăr a făcut în anul 1786 primele încercări în cîmp, cultivînd alături 23 soiuri de sfeclă spre a afla pe cele mai potrivite pentru fabricarea zahărului.

EPOCA LUI LIEBIG. Apariția în 1840 a teoriei nutriției minerale, elaborată de Justus von Liebig, pe baza renumitelor sale lucrări de la Universitatea din Giessen (Germania), a determinat o mare extindere a experiențelor de cîmp, ele trebuind să aducă dovezi convingătoare asupra necesității îngrășămintelor pentru sporirea producției plantelor agricole.

Concomitent, încep sistematice experiențe de cîmp, în Anglia John Bennet Lawes, care a întemeiat în 1843 Stațiunea experimentală agricolă de la Rothamsted și care, în colaborare cu Henry Gilbert, a studiat între altele efectele îngrășămintelor la principalele culturi agricole și pe pajiști precum și problema rotațiilor. Unele din aceste experiențe au devenit renumite prin lunga lor durată, ele efectuîndu-se în continuare și astăzi.

În Franța primele experiențe de cîmp le-a executat, începînd cu anul 1834, J. B. Boussingault la Bechelbronn în Alsacia, care a urmărit, printre altele, rotația culturilor și efectul îngrășămintelor.

La început experiențele erau executate pe parcele mari (2 000—10 000 m^2) datorită în special faptului că agricultorii practici nu aveau încredere în rezultatele obținute pe parcele mici. Astfel, în primele experiențe executate la Rothamsted o parcelă experimentală avea obișnuit o mărime de circa 1/2 acru (2 023,5 m^2) iar în alte experiențe chiar 2 acri (8 094 m^2).

Experiențele din această epocă, în marea lor majoritate experiențe cu îngrășămînt, erau concepute foarte simplu; de ex. în experiențele cu îngrășăminte erau planificate doar două parcele, din care pe una se aplica îngrășămîntul de încercat iar cealaltă, ocupată de aceeași cultură, era neîngrășată; experiențele erau făcute, deci, fără repetiții.

S-a constatat curînd că experiențele executate în astfel de condiții duc la concluzii greșite, fiind încărcate de diferite feluri de erori. O sursă principală de erori o constituie golurile (plantele lipsă), a căror importanță mai ales la prășitoare a semnalat-o cel dintîi Grouven (1868) și care a propus rectificarea producțiilor brute, în funcție de numărul golurilor; același cercetător a arătat că rezultatele unei experiențe au o semnificație strict locală și că numai executînd experiențe în mai multe localități se pot trage concluzii de o valabilitate mai generală. El a și executat astfel de experiențe în diferite gospodării, inițiind ceea ce astăzi numim „experiențe în serie".

O îmbunătățire a metodicei experimentale a adus-o Wagner (1880, 1881), care a evidențiat necesitatea repetării de mai multe ori a fiecărei variante prezente într-o experiență, argumentînd că numai astfel se pot stabili limitele erorilor.

O contribuție însemnată la perfecționarea metodicei experimentale a adus de asemenea Drechsler (1880, 1884) prin studiile sale asupra mărimii, formei și așezării parcelelor experimentale.

Merită de asemenea a fi citate încercările lui Fleischer (1891) de a determina prin așa-numitele experiențe oarbe, neuniformitățile solului și a le elimina prin factori de corecție.

Scanned with OKEN Scanner

EPOCA MODERNĂ în experimentarea agricolă o putem considera începută cu anul 1915. Această epocă este caracterizată prin extinderea domeniului experiențelor de cîmp, prin introducerea repetițiilor și a calculului probabilităților în valorificarea rezultatelor experimentale etc.

Extinderea domeniului experiențelor de cîmp a fost consecința firească a constatării că obținerea recoltelor mari nu este posibilă numai prin aplicarea îngrășămintelor ci și prin metode culturale corespunzătoare concomitent aplicate, precum și prin utilizarea de soiuri, respectiv hibrizi, capabili să valorifice în înalt grad aceste condiții optime oferite. Astăzi experiențele de cîmp cu soiuri și hibrizi precum și cu metode culturale au aceeași însemnătate ca și cele cu îngrășăminte.

Întrebuințarea calculului probabilităților în valorificarea experiențelor agricole a fost propusă mai întîi de Rodewald și Quante (1907).

În Anglia, folosirea parcelelor experimentale mici, dar repetate de mai multe ori în executarea experiențelor a fost introdusă, începînd cu anul 1915, în urma propunerilor lui Wood și Stratton (1910) și Mercier și Hall (1911), care au demonstrat necesitatea repetițiilor ca și a folosirii metodelor statistice în experimentările agricole.

Mult combătută la început, metoda statistică este astăzi folosită pretutindeni în valorificarea rezultatelor obținute în experiențele de cîmp.

În prima etapă experiențele erau monofactoriale iar pentru prelucrarea datelor experimentale se folosea calcularea erorii experimentale, măsurată prin eroarea mijlocie exprimată în % din medie (m %).

Roemer (1930) a militat pentru sporirea preciziei experiențelor de cîmp, prin perfecționarea metodicii și tehnicii experimentale prin care pot fi descoperite chiar diferențele mici dintre variante.

Un progres deosebit în metodica experimentală s-a înregistrat datorită lui R. A. Fisher (1926, 1935 și 1938), care între altele a introdus așezarea randomizată a variantelor în experiențe precum și analiza variației.

Yates, Snedecor, Cox și Cochran au adus apoi contribuții importante în fundamentarea metodelor moderne de experimentare și valorificare, metode aplicate în prezent pretutindeni în cercetarea agricolă.

Azi majoritatea experiențelor sînt polifactoriale și în serie (pe mai mulți ani și în mai multe localități), ele valorificîndu-se prin stabilirea semnificației diferențelor și determinarea semnificației acțiunilor și interacțiunilor diferiților factori. Metoda analizei variației a devenit metoda de bază a valorificării experiențelor, cu ajutorul ei obținîndu-se ușor o imagine concisă a raportului între variabilitatea provocată de factorii experimentați și fluctuația întîmplătoare a rezultatelor.

În ultima vreme, dezvoltarea metodelor matematice ca și introducerea pe scară tot mai largă a mașinilor electronice de calcul au permis cercetării agricole să abordeze într-un mod nou problema relațiilor între fenomene.

Într-adevăr, metodele de calcul inițiate în ultimii ani (analiza regresiilor multiple, analiza aspectelor, metoda coeficienților „path") depășesc faza identificării numai a prezenței sau absenței diferențelor semnificative între variante, trecînd la interpretarea cantitativă a influențelor, atît a factorilor experimentați, cît și a celor determinați prin observații suplimentare. În acest fel se

Scanned with OKEN Scanner

poate pătrunde mai profund în analiza relațiilor cauzale, ținînd seama de înlănțuirea reciprocă între factorii determinatori ai producției.

Punerea la punct a acestor noi metode de calcul a permis ca alături de metodele clasice ale experiențelor de cîmp, la care cercetarea se restrînge la un număr mic de factori, controlați prin dispozitivul experimental, în condiții întrucîtva artificializate, să își găsească o tot mai largă aplicare așa-numita „*cercetare fără intervenție*" (Ferrari 1965). Aceasta își propune să studieze influența unui număr foarte mare de factori asupra producției, în condiții naturale, fără a interveni în modificarea lor prin stabilirea unor anumite „variante experimentale".

Acest principiu nou de cercetare promite să fie deosebit de rodnic îndeosebi în cercetarea influenței unor factori ce pot fi cu greu controlați, ca de exemplu caracteristicile agrochimice ale solului sau condițiile ecologice.

1.3. IMPORTANȚA EXPERIENȚELOR DE CÎMP

Cîmpul de experiență îndeplinește mai multe roluri. Astfel, el reprezintă în primul rînd *un instrument esențial de cercetare științifică*, care contribuie substanțial, prin studiul fenomenelor, la lărgirea cunoștințelor științifice. El constituie cel mai solid fundament, pe care se clădesc științele agronomice. De aceea, rezultatele experiențelor executate în alte condiții (în vase, în case de vegetație sau în sere) trebuie să-și primească confirmarea prin examenul sever al experiențelor de cîmp plasate în condiții similare celor din producție. Experiențele planificate a urmări o cercetare științifică sînt adesea polifactoriale și de multe ori în serie. Ele se execută în cîmpurile de experiență ale institutelor agronomice și stațiunilor experimentale.

În al doilea rînd cîmpul de experiență servește specialiștilor, care lucrează în producție, ca *mijloc de orientare* asupra aplicabilității, la zone mai restrînse, a recomandărilor bazate pe cercetările complexe, executate de institutele agronomice și de stațiunile experimentale agricole. În acest caz experiențele sînt mai simple, cu mai puține variante și adesea numai monofactoriale.

Cîmpul de experiență servește în același timp și ca *obiect de demonstrație* și *de propagandă*.

Experiențele sînt cu atît mai necesare cu cît agricultura este mai dezvoltată și deci cu cît sînt folosiți mai numeroși și variați factori, din împletirea armonică a acțiunii cărora se realizează producțiile maxime; tehnica experimentală modernă permite studierea simultană, în aceeași experiență a mai multor factori în diferite combinații și determinarea precisă a aportului fiecăruia în realizarea sporurilor de producție obținute.

Domeniul experimentărilor agricole este vast și variat; astfel, soiurile, metodele culturale, îngrășămintele și chiar speciile de plante agricole trebuie experimentate nu numai în condiții obișnuite de cultură și pe tipuri zonale de soluri, ci și în culturi irigate și pe solurile intrazonale, ca de exemplu pe nisipuri, pe soluri saline, pe solurile aluviale etc.

Experiențele agricole au o importanță *permanentă*, deoarece în fiecare an apar noi soiuri la plantele agricole a căror capacitate de producție trebuie stu-

Scanned with OKEN Scanner

diată în tratamente diferite de îngrăşăminte şi metode culturale. De asemenea, se elaborează mereu noi procedee de lucrare a solului şi de aplicare a îngrăşămintelor (organice, minerale, bacteriene), a amendamentelor, microelementelor şi fitoregulatorilor, precum şi noi mijloace de combatere a bolilor, dăunătorilor şi buruienilor, mijloace care trebuie studiate în diferite regiuni, la diferite plante agricole şi chiar la diferite soiuri.

Există o strînsă interdependenţă între dezvoltarea cercetărilor şi progresul practicii agricole, deoarece producţia reflectă nivelul cercetărilor.

Cîmpul de experienţă foloseşte, însă, nu numai pentru a găsi cele mai potrivite soiuri, îngrăşăminte şi metode culturale, ci şi ca obiect de demonstraţie, care uşurează mult propaganda agricolă. Muncitorii agricoli nu vor putea fi convinşi de utilitatea ultimelor cuceriri în domeniul ştiinţelor agricole, decît după ce vor fi văzut ei înşişi în cîmpul de experienţă, superioritatea incontestabilă a soiurilor, a metodelor culturale şi îngrăşămintelor, care li se recomandă.

Instrument de cercetare, mijloc de orientare pentru cei din producţie şi de propagandă agricolă, cîmpul de experienţă are şi o însemnată valoare educativă; el deprinde cu observaţia exactă şi îndelungată şi cu răbdarea de a aştepta ca rezultatele experimentale anuale, oricît de îmbucurătoare ar fi ele, să fie confirmate repetat, mai mulţi ani de-a rîndul. Cîmpul de experienţă obligă să se interpreteze, prin adînci raţionamente, complexa reacţiune a plantelor agricole faţă de influenţa multiplilor factori de vegetaţie.

Executîndu-se chiar în solul şi clima locului, pentru care vor fi valabile rezultatele, experienţele de cîmp dau rezultate demne de încredere. De aceea, experienţele de cîmp nu pot fi înlocuite prin experienţele în vase atunci cînd se cercetează valoarea soiurilor şi a metodelor culturale. Experienţele în vase sînt indicate în schimb pentru cercetări preliminare de fiziologie şi pentru studiul stării de fertilitate a diferitelor tipuri de sol şi nevoii de îngrăşăminte a diferitelor plante pe aceste tipuri de sol; rezultatele acestor cercetări trebuie să-şi primească, însă, confirmarea prin ulterioare experienţe de cîmp.

1.4. PARCELA EXPERIMENTALĂ

Parcela experimentală reprezintă elementul fundamental al cîmpului de experienţă, deoarece, numai prin cîntărirea recoltei ei se obţin indicaţii asupra capacităţii de producţie a variantelor.

Pentru a putea să fie expresia justă a productivităţii variantelor, pe care le reprezintă, parcelele experimentale trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

— să fie egale ca mărime, adică să fie exact măsurate;
— să fie complet şi uniform semănate pe întreaga lor suprafaţă;
— să cuprindă un masiv complet (fără lipsuri) de plante, care să fie uniform dezvoltate; aceasta se realizează prin atente lucrări de îngrijire, care să nu provoace goluri în parcelă, precum şi prin înlăturarea de la cîntărire a tuturor plantelor, care au suferit influenţe ce le deformează producţia, cum este influenţa marginii, a vecinilor şi a golurilor.

Scanned with OKEN Scanner

— să cuprindă un număr suficient de mare de plante recoltabile spre a elimina influența individualității plantelor experimentate; aceasta deoarece productivitatea parcelei experimentale este determinată de către *masivul* de plante, nu de către plantele izolate, ale căror variații individuale deformează capacitatea *reală* de producție a variantei, adică acea productivitate, pe care ar fi arătat-o dacă parcela respectivă ar fi fost desprinsă din masivul dens din cultura mare; această cerință impune o mărime minimă, sub care nu trebuie să scadă suprafața parcelei.

Pentru a îndeplini toate aceste condiții parcelele experimentale trebuie să aibă o anumită formă și mărime fiind nevoie să se înlăture influențele, care deformează capacitatea lor reală de producție.

I. FORMA PARCELELOR

În experiențele de cîmp se folosesc parcele fie patrate, fie dreptunghiulare. Sînt preferate, de obicei, parcelele dreptunghiulare, lungi și înguste, deoarece:

— cuprind cît mai mult din variațiile existente în pămîntul cîmpului de experiență; cu cît pămîntul cîmpului de experiență este mai neuniform, cu atît parcelele lungi și înguste sînt mai de preferat deoarece, ele sînt mai puțin variabile de la o repetiție la alta a aceloraşi variante, decît cele patrate și aproape patrate, cu condiția ca lungimea lor să fie plasată în direcția celei mai mari variații a terenului ; în consecință, nu este recomandabil să fie folosite parcelele patrate decît pe soluri foarte uniforme;

— apropie pe teren parcelele ocupate de diferite variante, făcînd prin aceasta ca fluctuația recoltelor, pricinuită de neuniformitatea solului, să fie mai mică;

— ușurează așezarea pe teren a culturii comparative precum și semănatul, observațiile în timpul perioadei de vegetație și recoltatul cu mîna sau cu mașina;

— micșorează risipa de teren, ocazionată de lăsarea de drumuri și de prezența fîșiilor ce se îndepărtează la capetele parcelelor, spre a se înlătura influența marginii; într-adevăr adoptarea de parcele mai lungi, și mai înguste, necesită drumuri mai scurte între blocuri, precum și fîșii mai înguste la marginile frontale.

La parcelele dreptunghiulare, raportul dintre lungime și lățime se consideră favorabil cînd variază între 4/1 pînă la 10/1.

Libertatea de a adopta oricare formă a parcelelor experimentale este limitată de următorii factori:

— Metoda de așezare a experiențelor.

— Lățimea mașinii de semănat, la experiențele ale căror parcele experimentale se seamănă fiecare în parte cu mașina.

— Lățimea mașinii de recoltat, dacă recoltarea urmează a fi făcută mecanizat.

— Dimensiunile terenului care stau la dispoziție pentru așezarea cîmpului de experiență.

Scanned with OKEN Scanner

— Necesitatea de a înlătura influența marginii și a vecinilor, influență, care este cu atît mai mare cu cît parcelele sînt mai lungi și mai înguste. Această influență poate fi eliminată prin îndepărtarea plantelor, ale căror producții au fost deformate din cauza așezării lor la marginea parcelelor. Dar pentru aceasta este nevoie ca parcelele să nu fie prea înguste, spre a avea la dispoziție, după îndepărtarea rîndurilor marginale, totuși destule rînduri normale pentru a se determina capacitatea reală de producție a variantei.

— Necesitatea de a reduce încrucișările spontane, care sînt mai frecvente în parcelele lungi decît în cele pătrate. Acest neajuns nu trebuie luat, însă, în seamă atunci cînd recoltele parcelelor experimentale nu vor fi folosite ca sămînță. În stațiunile de ameliorarea plantelor, unde recoltele parcelelor experimentale sînt folosite pentru înmulțire, trebuie, însă ca acest factor să fie luat în considerație.

II. MĂRIMEA PARCELELOR

Un factor important, care influențează de asemenea în mare măsură exactitatea rezultatelor experimentale, este mărimea parcelelor experimentale; într-adevăr cercetări numeroase au arătat că exactitatea rezultatelor experimentale crește simțitor dacă parcelele se măresc.

În U.R.S.S. K u d r e a v ț e v a (1949) a făcut cercetări asupra mărimii parcelelor experimentale, stabilind că eroarea scade dacă parcelele se măresc, cea mai importantă scădere realizîndu-se pînă la o mărime de 100 m^2 a parcelei.

Eroarea experimentală descrește mai mult dacă parcelele experimentale se măresc prin lungirea lor, după cum arată experiențele citate de I s e n b e c k (1941), redate în tabelul 1.1, unde eroarea a fost calculată de noi în procente din eroarea obținută în parcela lungă de 6,7 m și lată de 1 m.

Tabelul 1.1

Descreșterea erorii experimentale în funcție de dimensiunile parcelelor

Lățimea parcelei în m	La o lungime a parcelei în m			
	6,7	13,5	20,0	40,0
	e r c a r e a e x p e r i m e n t a l ă î n % e s t e			
1	100	78,2	68,1	50,1
2	81,8	75,7	70,4	61,2
3	81,6	70,5	63,2	58,3

Scăderea erorii, datorită măririi suprafeței parcelelor este, însă, mult mai mică pe terenuri neuniforme. Astfel M u d r a (1958) citează exemplul indicat în tabelul 1.2 de unde reiese clar că pe soluri neuniforme sporirea suprafeței nu produce decît o reducere incomparabil mai mică a erorii decît pe solurile uniforme.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 1.2

Descreşterea erorii experimentale datorită creşterii mărimii parcelelor

Porumb pe pămînt uniform		Grîu pe pămînt neuniform	
Mărimea parcelei m²	Eroarea %	Mărimea parcelei m²	Eroarea %
1	19,6	1	30
2	17,7	2	28
4	15,2	4	27
8	9,8	6	26
10	7,5	8	25
12	6,3	10	25
16	3,8	12	24
20	2,9	16	23
25	2,3	25	22
33	1,8	32	22
50	1,3	48	22

Sporirea exactităţii experienţelor, care se obţine prin mărirea parcelelor experimentale, ar îndreptăţi deci adoptarea de parcele mari. Cu toate acestea în tehnica experimentală actuală sînt folosite parcele mici, deoarece experimentatorii au un alt mijloc mult mai eficient pentru mărirea exactităţii cîmpului de experienţă şi anume, sporirea numărului repetiţiilor. Astfel, lucrînd cu parcele mici, dar repetate de mai multe ori, se vor obţine rezultate mai exacte decît dacă s-ar lucra cu parcele mari, dar cu puţine repetiţii.

În prima perioadă a experimentărilor agricole se foloseau parcele mari, dar fără repetiţii; această metodă a dat, totuşi, bune rezultate atunci, numai pentru că variantele experimentate se deosebeau prin mari diferenţe de producţie, cu toate erorile sistematice şi accidentale, pe care le includeau.

Azi, însă, sînt preferate parcelele experimentale mici, deoarece:

— înlesnesc găsirea, în vederea aşezării cîmpului de experienţă, de suprafeţe cu sol mai omogen, care să asigure masive uniforme de plante;

— permit înmulţirea repetiţiilor, realizîndu-se astfel la aceeaşi suprafaţă totală a cîmpului de experienţă, o mai mare exactitate;

— cer suprafeţe mai mici pentru cîmpurile experimentale;

— cer mai puţină muncă pentru lucrările de pregătire a solului şi de semănat, pentru lucrările de îngrijire a culturilor şi de recoltare, lucrări care, din această cauză, pot fi făcute mai atent şi în timp mai scurt, contribuind astfel la obţinerea de rezultate mai reale şi mai exacte;

— cer sămînţă mai puţină, ceea ce constituie un mare avantaj, mai ales în lucrările de ameliorare, deoarece permit să se studieze capacitatea de producţie a numeroaselor soiuri şi linii, cît mai rapid după izolarea şi fixarea lor şi să se introducă cu 1—2 ani mai curînd, în producţie, soiurile şi hibrizii valoroşi.

Scanned with OKEN Scanner

Un principiu fundamental, care trebuie respectat în alegerea mărimii parcelelor, este ca acestea să fie cel puțin așa de mari, încît toate lucrările, care se dau culturilor din cîmpul de experiență să poată fi executate în condiții de producție și ca numărul de plante să fie așa de mare, încît să fie eliminată atît influența individualității plantei asupra rezultatului experimental, cît și influența marginii, vecinilor și golurilor.

Mărimea parcelei variază în funcție de:

— *Felul* și *mărimea mașinilor* disponibile pentru executarea lucrărilor de pregătire a solului, de semănat și de recoltat. Parcelele care se seamănă și se recoltează cu mîna — așa-numitele microculturi, folosite în ameliorarea plantelor — pot avea suprafețe mici, chiar sub 5 m^2.

— *Felul experienței.* La experiențele de orientare cu soiuri și la cele cu îngrășăminte mărimea parcelei variază între 10 și 30 m^2 suprafață recoltabilă la plantele care se seamănă în rînduri apropiate (cereale păioase, in, plante de nutreț etc.) și mijlociu depărtate (fasole, rapiță) și 30—100 plante recoltabile la plantele care se seamănă sau se plantează în cuiburi; din contră, la experiențele cu rotații, lucrări de pregătire a terenului, precum și la cele de îngrijire a culturilor, mai ales la cele unde se încearcă și diferite tipuri de mașini sau de unelte, parcelele trebuie să fie mai mari și anume, cel puțin 50 m^2 suprafață recoltabilă, pentru ca lucrările cu diferitele unelte să poată fi executate în condiții cît mai apropiate de cele din producție.

În experiențele, care nu pot fi executate în condiții mulțumitoare decît pe parcele mai mari, de ex. în cele cu metode de pregătire a solului, se recomandă ca numai suprafața semănată să fie mai mare, de exemplu pînă la 400 m^2, în schimb, spre a ușura lucrările de recoltare și treierat, suprafața recoltabilă, aleasă din partea centrală a parcelei, poate fi mai mică, fiind recomandabil să nu treacă de 50 m^2.

— *Felul plantei.* Pentru fiecare cultură agricolă, legumicolă sau pomicolă sînt necesare anumite mărimi de parcelă, determinate prin cercetări ca cele mai indicate. Astfel, la cerealele păioase sînt indicate parcele de 20 m^2 suprafață recoltabilă; la plantele prășitoare mărimea parcelei se indică în număr de plante recoltabile, care variază mult de la o cultură la alta: la porumbul hibrid sînt suficiente 60—80 de plante recoltabile în culturile comparative de concurs, la cartof 60, pe cînd la sfeclă sînt necesare 100—200 plante recoltabile.

— *Neuniformitatea solului.* După cum rezultă din tabelul 1.2, pe solurile uniforme este recomandabil să se adopte parcele puține și mari, deoarece în astfel de condiții se obține o simțitoare scădere a erorii. Din contră pe solurile neuniforme se va lucra cu parcele mai mici, dar cu mai multe repetiții.

— *Etapa de experimentare.* În procesul de ameliorare la noi, se folosesc, la cerealele păioase, parcelele de 10 m^2 în culturile de orientare și 20 m^2 în culturile de concurs, iar la porumb parcele cu 30—40 plante în culturile de orientare și 60—80 plante în culturile de concurs.

Amănunte asupra mărimii parcelelor experimentale se vor indica pentru diferitele plante și feluri de experiențe în capitolul despre executarea culturilor comparative.

Scanned with OKEN Scanner

III. FACTORI DEFORMATORI AI PRODUCȚIEI PARCELELOR

Prin culturile comparative se stabilește, cu ajutorul parcelelor mici, producția pe care ar da-o diferitele variante, dacă ele ar fi cultivate pe parcele mari, de multe hectare. Pentru aceasta este însă nevoie ca lucrările de pe aceste parcele mici să fie executate în aceleași condiții ca și cele din cultura mare și ca parcelele să nu sufere influențe, care le-ar deforma producția. Astfel de influențe, care sînt neînsemnate pentru parcelele mari, deformează producția parcelelor mici, făcînd ca producțiile medii ale diferitelor variante să nu fie exacte și reale.

Aceste două noțiuni nu sînt identice. Într-adevăr, se poate ca o medie să fie destul de exactă (adică se poate ca ea să fi fost calculată din rezultate parțiale foarte apropiate), dar să nu corespundă mediei reale, adică aceleia care indică adevărata capacitate de producție a variantelor puse în studiu. Se pot, de exemplu, obține medii exacte, dar nereale atunci cînd rezultatele experimentale, deși sînt încărcate de erori mici, au fost deformate fie de condițiile anormale de vegetație din anul respectiv, fie de greșeli de tehnică culturală, ca neaplicarea la timpul potrivit a îngrășămintelor, aplicarea de tratamente culturale nepotrivite, întrebuințarea de proveniențe diferite de cartofi, neînlăturarea influenței marginii și vecinilor etc. (R o e m e r 1930).

În rezultatul producției unei parcele trebuie să fie oglindită numai capacitatea de producție a variantei respective, fapt pentru care trebuie să se îndepărteze, în timpul vegetației sau la recoltare, influența marginii, a vecinilor și a golurilor, iar la prelucrarea rezultatelor trebuie să se recunoască erorile accidentale și să se înlăture cele sistematice și grosolane.

Influența marginii există la fiecare parcelă experimentală, deoarece plantele situate la marginile parcelelor suferă modificări datorită umidității și substanțelor nutritive, pe care le obțin în plus din cărările dintre parcele și din drumurile dintre blocuri. Aceste plante de margine se evidențiază prin vigurozitate și înălțime mai mare și adesea și printr-o colorație verde mai intensă.

Influența marginii se constată:

— La marginile frontale, unde parcelele se învecinează cu drumuri, care nu pot fi evitate și care pot avea o lățime de 2—3 m. Plantele, care cresc în apropierea acestor drumuri se dezvoltă mai puternic și produc mai mult decît cele din interiorul parcelei; astfel la porumb s-a constatat că primul cuib marginal a dat un surplus de producție în medie de 37%, pe cînd cel secund a dat un surplus de 7% cînd cuiburile erau distanțate la 70 cm și de numai 4%, cînd erau distanțate la 90 cm (S ă u l e s c u, P o p a și R ă d o i 1960). Influența marginii frontale este foarte mare în anii secetoși, în solurile sărace și la variantele neîngrășate. Uneori, însă, plantele vecine drumurilor pot produce mai puțin decît cele din restul parcelei, din cauza diferitelor pagube (distrugeri de plante cu ocazia lucrărilor de întreținere a drumurilor sau cu prilejul vizitelor etc.).

— Pe ambele laturi lungi ale parcelelor la plantele care se seamănă în rînduri apropiate (cereale păioase, leguminoase, in, cînepă de fuior, trifoi, lucernă etc.), în cazul că se lasă cărări între diferitele parcele (fig. 1.2). De obicei cărările separatoare au lățimea de 20—40 cm (A n g h e l 1950). Aceste

cărări sînt necesare la recoltare, pentru seceratul separat al parcelelor experimentale, mai ales în caz de cădere şi pentru a se înlătura influenţa vecinilor. De asemenea, sînt necesare pentru a fi executate în bune condiţii semănatul, fără teama de a încălca parcelele vecine. În staţiunile de ameliorare, cărările separatoare dintre parcelele experimentale au şi scopul de a asigura păstrarea purităţii soiurilor.

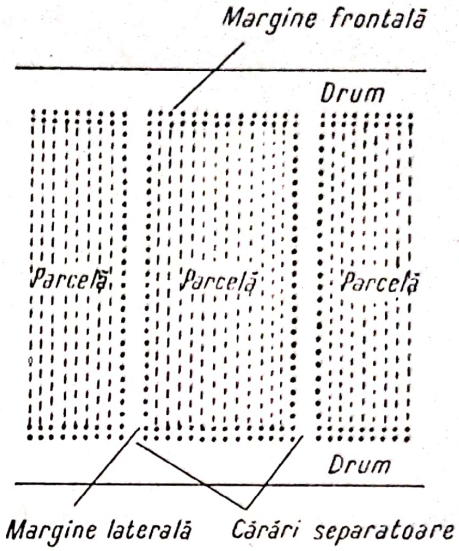


Fig. 1.2 — **Influenţa marginii**

Cărările, prin spaţiul mai mare pe care-l oferă plantelor vecine lor, exercită o puternică influenţă asupra primelor şi chiar secundelor rînduri marginale. Astfel, în experienţele lui A r n y (citat de I s e n b e c k 1941) cu ovăz, grîu şi orz semănate la distanţa de 15 cm între rînduri şi la care parcelele experimentale erau despărţite prin cărări late de 45 cm, s-au constatat la primele şi secundele rînduri marginale producţii, care exprimate în procente din media producţiilor celor 3 rînduri interioare, sînt redate în tabelul 1.3.

Tabelul 1.3

Influenţa marginii longitudinale

Rînduri	Ovăz	Grîu	Orz
Interioare	100	100	100
Secundele rînduri marginale	124	152	150
Primele rînduri marginale	186	204	228

Influenţa marginii longitudinale este cu atît mai mare cu cît cărările separatoare sînt mai mari, cu cît soiurile experimentate sînt mai rapace, cu cît parcelele sînt mai lungi şi cu cît aceste parcele sînt mai mici. La parcelele experimentale mai mari de 100 m^2, influenţa marginii poate fi neglijată; din contră la parcelele mici de 20—30 m^2, cum sînt folosite astăzi în tehnica modernă a cîmpului de experienţă, influenţa marginii trebuie înlăturată neapărat.

În caz că în experienţele cu plante care se seamănă în rînduri apropiate se folosesc cărări largi şi nu se înlătură rîndurile care au suferit influenţa marginii pe laturile lungi ale parcelelor, se obţin rezultate necorespunzătoare realităţii; astfel, în culturile comparative cu soiuri se poate obţine o altă clasificare a soiurilor decît cea reală, care s-ar fi înregistrat dacă s-ar fi îndepărtat această influenţă. Acest lucru se datoreşte faptului că reacţia diferitelor soiuri la influenţa marginii este diferită.

Scanned with OKEN Scanner

La plantele prăşitoare, deoarece nu se lasă cărări separatoare între parcele, nu există o influenţă a marginii asupra rezultatelor experimentale la laturile lungi ale parcelelor.

Pentru a înlătura influenţa marginii, la laturile lungi ale parcelelor, fără a se pierde recolta rîndurilor eliminate, se recomandă ca înlăturarea rîndurilor să se facă „imediat" înainte de recoltarea experienţei. Prin această îndepărtare a rîndurilor marginale, se înlătură totodată şi influenţa vecinilor — unele soiuri şi linii putînd fi mult mai rapace decît altele, fără să exteriorizeze prin nimic această însuşire — iar în staţiunile de ameliorare se evită şi pericolul amestecului de material.

Dezavantajul care survine rar, în anii de cădere, şi care constă în cheltuirea unui volum mai mare de muncă pentru identificarea, separarea şi înlăturarea rîndurilor marginale la recoltare, este mult mai mic decît pierderea materialului, care se înregistrează în fiecare an prin înlăturarea acestor rînduri la răsărit sau în timpul înfloritului, cum se preconiza în trecut.

La marginile frontale se va îndepărta, la plantele care se seamănă în rînduri apropiate, cîte o fîşie lată de cel puţin 50 cm de la ambele capete ale fiecărei parcele. În acest scop se va întinde primăvara o sîrmă, care să determine fîşia de înlăturat şi care va rămîne pe cîmp pînă la recoltare. În lipsa sîrmei, fîşia de înlăturat se va delimita prin trasarea unui şănţuleţ, lat de 5—6 cm, procedeu, care, însă este mai puţin exact. La prăşitoare se vor îndepărta cîte 1—3 cuiburi la ambele capete ale fiecărui rînd, în funcţie de distanţa între plante pe rînd şi de felul plantei cultivate.

Cu cît variantele dintr-o experienţă sînt mai puţin deosebite, cu atît influenţa marginii, afectînd la fel toate variantele, poate fi neglijată.

În orice caz se recomandă ca plantele de la marginile frontale să fie îndepărtate, ele suferind nu numai influenţa marginii, ci şi pagube produse în timpul vizitelor sau a lucrărilor de întreţinere a drumurilor, în mod variat de la o parcelă la alta.

Trebuie accentuat că prin înlăturarea influenţei marginii nu se măreşte exactitatea experienţei, deci nu se micşorează eroarea experimentală, ci rezultatele devin mai *reale*, adică se constată mai bine adevărata capacitate de producţie a variantelor, deoarece influenţa marginii este o sursă importantă de erori sistematice.

Influenţa vecinilor adică a variantelor de pe parcelele vecine trebuie de asemenea luată în considerare în toate culturile comparative, la care nu există cărări separatoare între parcele sau la care cărările separatoare sînt prea înguste şi unde variantele alăturate se deosebesc mult. Astfel, dacă într-o cultură comparativă se experimentează soiuri înalte alături de altele scunde, soiuri precoce alături de altele tardive, dar mai ales soiuri rapace alături de altele mai puţin rapace, se constată, la o cercetare mai amănunţită, că aceste soiuri diferite se influenţează şi în consecinţă rîndurile marginale ale acestor soiuri vor da producţii deosebite de cele ale rîndurilor interioare. De obicei, rîndurile marginale ale soiurilor înalte produc mai mult decît rîndurile interioare, în experienţele în care se învecinează cu soiuri scunde. De asemenea, soiurile şi hibrizii tardivi răpesc hrana soiurilor şi hibrizilor mai precoce.

Scanned with OKEN Scanner

Această influență a vecinilor a fost constatată atît la plantele semănate în rînduri apropiate (cereale păioase etc.), cît și la plantele prășitoare (porumb, sfeclă etc.). Astfel la porumb Săulescu și Glușco (1933) au constatat că, în experiențele cu soiuri mult deosebite, semănate la distanțe mici între rînduri, influența vecinilor se poate extinde pînă la al doilea rînd. Din contră cînd rîndurile de porumb sînt așezate la distanțe mai mari (90—100 cm), nu se mai resimte o influență a vecinilor, chiar la soiuri mult deosebite (Săulescu, Popa și Rădoi, 1960).

Culturile vecine își manifestă influența nu numai în experiențele cu soiuri, ci și în cele cu metode culturale, cu îngrășăminte sau cu diferite tratamente. Astfel, parcelele mai des semănate răpesc hrana parcelelor mai rar semănate. O influență puternică a vecinilor se semnalează în experiențele cu îngrășăminte; trebuie luat în considerare că unele îngrășăminte, cînd se împrăștie, sînt duse în parcelele vecine fie suflate de vînt, fie din neatenția lucrătorilor; alteori îngrășămintele sînt antrenate în parcelele învecinate de unelte agricole, cu prilejul încorporării lor în sol, sau datorită lucrărilor de îngrijire a culturilor. O influență a parcelelor vecine s-a constatat de asemenea și în experiențe cu fungicide, insecticide, erbicide și alte tratamente, care, datorită vîntului care le împrăștie, cît și prin deplasarea lor cu prilejul lucrărilor de încorporare în sol și celor de îngrijire a culturilor, pot ajunge în parcelele vecine.

Influența vecinilor variază în funcție de:

— Distanța dintre rînduri; influența vecinilor este mai mare la plantele care se cultivă în rînduri apropiate, resimțindu-se chiar și la al doilea și al treilea rînd, mai ales la soiurile, care sînt mult deosebite între ele în ceea ce privește înălțimea, precocitatea și rapacitatea; la plantele prășitoare se remarcă o influență a vecinilor numai în experiențele cu distanțe mai mici între rînduri și la cultivarea în aceeași experiență a soiurilor de tip prea diferit.

— Felul experienței; influența vecinilor este mai mare la experiențele cu îngrășăminte și irigații, căci bogăția mai mare în substanțe nutritive sau în apă a unor parcele poate fi ușor folosită de plantele parcelelor vecine, rădăcinile unor specii sau soiuri putîndu-se întinde mai mult în parcelele vecine, de unde absorb îngrășămintele și apa, care nu erau destinate lor.

— Deosebirile dintre variante; cu cît variantele se deosebesc mai mult, cu atît se resimte mai puternic influența vecinilor; de aceea se recomandă ca variantele prea mult deosebite să fie grupate în experiențe separate.

— Forma parcelelor experimentale; cu cît parcelele experimentale sînt mai lungi și mai înguste, cu atît influența vecinilor este mai mare.

Evitarea, respectiv micșorarea influenței vecinilor în experiențele cu soiuri la cerealele păioase și la cele care se seamănă în rînduri apropiate, se face concomitent cu înlăturarea influenței marginii, după procedeul indicat. Pentru aceasta este nevoie ca parcelele să fie suficient de late, adică să aibă un număr mai mare de rînduri, spre a rămîne, după înlăturarea rîndurilor marginale, suficiente rînduri „normale", adică scoase de sub influența vecinilor și marginii. De aceea parcelele înguste (de 1—2 rînduri) folosite de unii amelioratori nu pot fi recomandate decît pentru linii foarte asemănătoare ca precocitate, înălțime, vigurozitate etc.

Scanned with OKEN Scanner

La experienţele cu soiuri şi metode culturale la plantele prăşitoare nu este nevoie să se facă înlăturarea influenţei vecinilor, deoarece o astfel de influenţă poate fi evitată dacă variantele grupate în aceeaşi experienţă nu sînt prea diferite. În acest scop soiurile vor fi grupate în experienţe diferite, avîndu-se în vedere mai ales precocitatea lor, corelată adesea cu înălţimea plantelor şi cu rapacitatea lor.

La experienţele cu îngrăşăminte şi tratamente fitoprotectoare, cu erbicide şi fitoregulatori se recomandă ca la recoltare să se elimine cîte 50 cm la fiecare latură lungă a parcelei. În plus se recomandă ca la împrăştierea lor, să se ia măsuri speciale, care sînt indicate la capitolul experienţelor respective.

La cartofi şi sfeclă, care se compară cu alte plante de nutreţ în culturile comparative cu specii, influenţa vecinilor trebuie luată în considerare.

La experienţele cu specii prevăzute cu cîrcei (mazăre etc.) se vor prevedea între parcele, rînduri separatoare dintr-o specie rezistentă la cădere, cum este de ex. ovăzul sau bobul.

Înlăturarea influenţei vecinilor se execută în scopul de a se obţine rezultate mai reale; ea nu are, însă nici o înrîurire asupra exactităţii experienţei. Acest lucru se explică prin faptul că influenţa vecinilor este o sursă obişnuită de erori sistematice, nu de erori întîmplătoare.

Influenţa golurilor se face şi ea resimţită în experienţe, alături de cea a marginii şi a vecinilor. Într-adevăr plantele vecine golurilor sînt favorizate şi se dezvoltă mai mult, din cauză că au la dispoziţie mai multă hrană, umiditate şi lumină.

Săulescu, Popa şi Rădoi (1960) lucrînd cu porumb ajung la următoarele concluzii:

— Plantele vecine golurilor sînt influenţate pozitiv de goluri şi dau producţii cu 10—20% mai mari decît plantele normale.

— Influenţa golurilor se resimte şi asupra producţiei parcelei, fiind cu atît mai mare cu cît procentul de goluri din parcelă este mai mare.

— Plantele vecine golurilor deformează producţia parcelei experimentale, dacă depăşesc o anumită limită; de aceea în astfel de cazuri producţia plantelor vecine golurilor nu trebuie să intre în calcule.

Golurile, care se observă în parcelele experimentale, sînt de natură diferită (fig. 1.3); astfel sînt unele goluri, care apar aproape în aceeaşi măsură în toate repetiţiile unei variante; acestea se numesc goluri sistematice. De exemplu soiurile nerezistente la boli, la ger sau la atacul insectelor vor prezenta, în toate repetiţiile, mai multe goluri, decît celelalte soiuri mai rezistente.

Influenţa golurilor sistematice nu trebuie înlăturată nici la recoltare, nici la valorificarea rezultatelor, căci producţia micşorată astfel din cauza acestor goluri va fi o importantă caracteristică tipică a respectivelor soiuri nerezistente.

Pe lîngă golurile sistematice care apar regulat în toate repetiţiile, mai există şi goluri, care nu apar în aceeaşi măsură în diferitele repetiţii; acest fel de goluri sînt datorite păgubirii în timpul lucrărilor de îngrijire, atacului dău-

Scanned with OKEN Scanner

nătorilor, semănatului greşit etc.; acestea se numesc goluri întîmplătoare.

Numărul şi influenţa golurilor întîmplătoare variază în funcţie de:

— condiţiile meteorologice ale anului experimental; astfel în anii secetoşi apar mai multe goluri;

— plantele cultivate; de ex. la sfeclă întîlnim mai multe goluri decît la cartof; tot astfel se întîlnesc mai multe goluri la cerealele de toamnă decît la cele de primăvară;

— stadiul, în care pier plantele; este natural ca influenţa golurilor să fie cu atît mai mare cu cît plantele pier mai timpuriu;

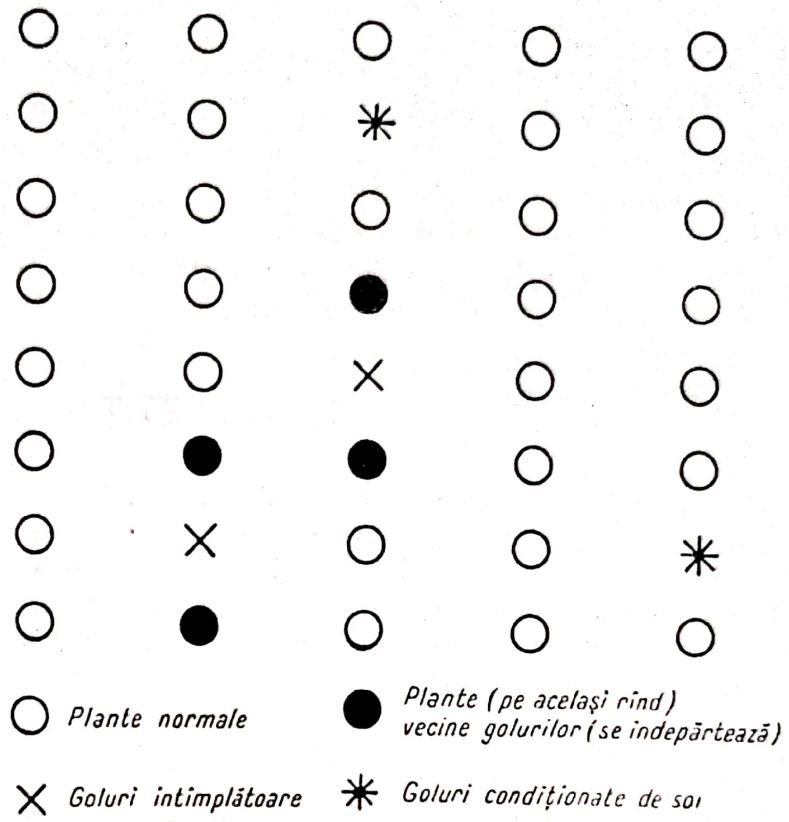


Fig. 1.3 — **Influenţa golurilor la cartof**

— atenţia cu care se execută semănatul şi lucrările de îngrijire;

— distanţa dintre plante şi dintre rînduri; la distanţe mai mici se resimte influenţa golurilor nu numai la plantele de pe acelaşi rînd ci şi la plantele din rîndurile vecine.

Spre deosebire de felul cum se procedează la golurile sistematice, influenţa golurilor întîmplătoare trebuie îndepărtată, căci altfel se obţin rezultate nereale şi anume:

— la cerealele păioase ca şi la toate plantele, care se seamănă în rînduri apropiate, se obţin producţii mai mici la variantele cu goluri mai multe, deoarece la aceste plante se calculează producţia variantelor după producţia determinată la suprafaţa recoltabilă a parcelei;

— la prăşitoare se înregistrează producţii mai mari la variantele cu goluri mai multe, deoarece la calcularea producţiei variantelor se pleacă de obicei de la producţia medie a unei plante recoltate; dacă nu se înlătură producţia plantelor vecine golurilor, se obţin valori mai ridicate, deoarece se includ în producţia medie a unei plante şi producţiile mai ridicate ale plantelor vecine golurilor.

Prezenţa golurilor în parcelele experimentale scade şansele obţinerii de rezultate exacte şi reale. De aceea, experimentatorul trebuie să se străduiască să micşoreze numărul golurilor întîmplătoare prin întrebuinţarea de sămînţă

cu mare capacitate germinativă și tratată cu fungicide, prin executarea cu grijă a semănatului și a lucrărilor de îngrijire și prin tratarea cîmpului de experiență cu insecticide eficace (Aldrin etc.).

Dacă cu toată grija depusă golurile s-au ivit totuși, trebuie ca înainte de recoltare să se constate frecvența lor. În caz că sînt goluri se va proceda după indicațiile date în capitolul 4, referitor la executarea experiențelor cu soiuri.

Influența golurilor se îndepărtează atît spre a se obține rezultate reale, cît și pentru a se obține rezultate mai exacte.

1.5. REPETIȚIE

În primele încercări pe teren, diferitele variante erau reprezentate o singură dată, deci fără repetiții. Pe măsură ce diferențele dintre variante deveneau mai mici, se evidențiau greutățile de a le determina prin acest procedeu de experimentare. Repetîndu-se aceeași variantă pe teren, s-a constatat, cu surprindere, că parcela repetată nu mai dădea aceeași producție ca prima parcelă; și era normal ca producția lor să fie diferită. Într-adevăr o parcelă experimentală cuprinde o totalitate de organisme și după cum nu există două organisme exact la fel, tot astfel o parcelă experimentală nu poate da, fiind repetată, exact aceeași producție, chiar dacă pămîntul pe care ar fi situată ar fi complet asemănător. Acest lucru se datorește faptului că producția parcelelor este determinată de numeroși factori de vegetație, ei înșiși variabili. Într-adevăr, în producția unei parcele se reflectă nu numai capacitatea de producție a variantei respective, ci și influența solului, diferențele de relief și de expoziție ale terenului, erorile de semănat, diferențele în executarea lucrărilor de îngrijire și de recoltare, variațiile provocate de pagubele neegale de la o parcelă la alta cauzate de dăunători, boli, buruieni etc.

Prin repetarea aceleiași variante pe teren, parcelele experimentale sînt supuse, în afara fluctuațiilor datorite neuniformității solului și variațiilor întîmplătoare, astfel că producțiile lor vor înregistra plusuri și minusuri, care se vor compensa dînd o medie mai aproape de capacitatea reală de producție a variantei respective, decît ar fi producția unei singure parcele experimentale, nerepetată.

Din cele expuse rezultă că dacă jocul variațiilor întîmplătoare va avea un cîmp mai larg la dispoziție, cu alte cuvinte dacă numărul repetițiilor va fi mai mare, atunci se va obține în mai mare măsură o compensare a factorilor, care influențează favorabil producția, cu cei care o defavorizează.

Înmulțirea numărului repetițiilor reprezintă un mijloc mai eficace pentru reducerea erorii experimentale decît mărirea parcelelor. În afară de aceasta, mărirea suprafeței parcelelor are și dezavantajul că extinde cîmpul de experiență pe o suprafață mai mare de teren, incluzînd neuniformități numeroase de sol și încărcînd prin aceasta, experiența cu erori prea mari.

De aceea cîmpul de experiență trebuie să aibă o suprafață totală cît mai mică, ceea ce se realizează prin parcele mici, dar cu un număr mare de repetiții.

Scanned with OKEN Scanner

Numărul repetițiilor unei variante se înseamnă cu litera *n*.

Numărul repetițiilor nu poate fi fixat schematic, el depinzînd de condițiile în care se execută experiențele; astfel numărul repetițiilor trebuie să fie cu atît mai mare cu cît solul este mai neuniform, clima este mai nefavorabilă, numărul variantelor este mai mare, variabilitatea materialului este mai mare și cu cît se urmărește o exactitate mai mare. Cercetările au arătat că eroarea experimentală se micșorează cu rădăcina pătrată a numărului repetițiilor folosite; astfel la patru repetiții, ea se reduce la jumătate, la nouă repetiții, ea se reduce la o treime ș.a.m.d.

Numărul repetițiilor este în funcție și de modul de așezare a parcelelor, cel mai ridicat fiind în cazul așezării în patrat latin la un număr ridicat de variante. De obicei se folosesc între 4 și 6 repetiții.

Fără îndoială că și prin folosirea unui număr sporit de repetiții se mărește suprafața totală a cîmpului de experiență și că deci se înmulțesc și neuniformitățile solului, care vor mări eroarea experimentală. Acest inconvenient poate fi, însă, înlăturat ușor prin folosirea de metode speciale de calcul, în care sînt supuse comparației numai variantele așezate cît mai aproape pe teren.

Prin folosirea repetițiilor se obțin date statistice pentru calcularea erorii experimentale.

1.6. BLOC

Solul de pe o anumită suprafață de teren nu se schimbă brusc, ci treptat; de aceea parcelele experimentale apropiate au mai mare șansă de a avea un sol uniform decît cele care se găsesc îndepărtate. În consecință eroarea sistematică, provocată de neuniformitatea solului, este mai mică la parcelele mai apropiate unele de altele, ceea ce permite să se reliefeze mai clar diferențele dintre variante, deoarece acestea nu sînt umbrite, uneori pînă la eclipsare, de către neuniformitățile din sol.

De aceea, în tehnica experimentală se lucrează cu grupe de variante așezate în parcele apropiate, dispuse pe un rînd; aceste grupe se numesc *blocuri*.

Prin aranjarea variată a acestor blocuri rezultă diferitele feluri de așezări ale experiențelor.

Solul din interiorul unui bloc trebuie să fie cît mai uniform. Este drept că unele metode de așezare a parcelelor (în special pătratul latin etc.) permit să se elimine în parte erorile provocate de neuniformitățile solului și anume acelea, care apar cu o anumită regularitate. Cum, însă, o bună parte din aceste

7	8	9
4	5	6
1	2	3

Fig. 1.4 — Blocuri incomplete

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Fig. 1.5 — Bloc complet

neuniformităţi apar neregulat, rezultă că astfel de erori nu pot fi eliminate complet chiar la cea mai perfectă aşezare a parcelelor; de aceea trebuie ca solul din cuprinsul unui bloc să fie tot aşa de uniform ca şi solul din interiorul unei parcele. Acest lucru se realizează mai uşor dacă blocul are o formă pătrată, deoarece solul unui bloc este cu atît mai uniform cu cît suprafaţa lui este mai strîns grupată în jurul unui punct. De aceea la un număr mare de variante, se recomandă să se aşeze parcelele unei repetiţii în două sau mai multe rînduri, pentru a putea realiza astfel o formă cît mai pătrată a repetiţiei.

Dacă cerinţa de a avea sol cît mai uniform înăuntrul unui bloc trebuie să fie mai mare, nu se cere aceeaşi exigenţă faţă de solul, pe care sînt aşezate diferitele blocuri; aceasta, deoarece prin calcule se pot prinde în cifre aceste neuniformităţi şi se pot elimina din rezultatele finale ale experienţei.

După cum sînt sau nu sînt prezente toate variantele într-un bloc, deosebim blocuri complete şi blocuri incomplete.

În blocurile complete toate variantele experimentate sînt aşezate alăturat, unele lîngă altele, pe un singur rînd, alcătuind un bloc întreg. Acest fel de blocuri se folosesc atunci cînd se experimentează cu un număr relativ redus de variante. Cele mai folosite aşezări în blocuri complete sînt metoda blocurilor randomizate, patratul latin şi dreptunghiul latin, aşezări care sînt folosite atît la experienţele monofactoriale, cît şi la cele polifactoriale.

Blocurile imcomplete îşi trag denumirea de la numărul incomplet de variante, pe care îl conţin. De aceea, pentru a cuprinde toate variantele unei repetiţii, este nevoie de mai multe blocuri incomplete; cu alte cuvinte aici variantele, care alcătuiesc o repetiţie, sînt dispuse pe mai multe rînduri, fiecare din ele cuprinzînd o parte din variante (fig. 1.4) spre deosebire de blocurile complete, unde toate variantele unei repetiţii se găsesc grupate într-un singur rînd (fig. 1.5).

Cele mai folosite aşezări în blocuri incomplete sînt: grilajul patrat şi grilajul balansat.

1.7. CLASIFICAREA EXPERIENŢELOR

Experienţele pot fi grupate după următoarele criterii:

— *plantele cu care se experimentează;* astfel avem experienţe cu plante agricole, experienţe pe păşuni şi fîneţe, experienţe cu plante hortiviticole (legume, flori, viţă de vie, pomi şi arbuşti fructiferi);

— *factorii care influenţează producţia;* există de exemplu experienţe cu soiuri, îngrăşăminte, irigare, metode culturale, fungicide, insecticide, erbicide, fitoregulatori etc.;

— *suprafaţa parcelelor experimentale;* avem, de exemplu la cerealele păioase microculturi (folosite în special în staţiunile de ameliorare şi care au numai 1—3 m^2), experienţe de orientare (cu parcele de 10—50 m^2 suprafaţă recoltabilă), experienţe de concurs (cu suprafeţe de 20—100 m^2), experienţe în condiţii de producţie (cu suprafeţe de minimum 0,5 ha);

— *repetarea lor în timp* (experienţe de unul sau mai mulţi ani) şi *spaţiu* (experienţe izolate şi experienţe în serie);

— *numărul factorilor studiați;* astfel experiențele pot fi monofactoriale, atunci cînd se studiază acțiunea numai a unui singur factor și polifactoriale, cînd într-una și aceeași experiență se studiază acțiunea și interacțiunea mai multor factori.

La rîndul lor factorii studiați în experiențe se clasifică în factori specific calitativi, factori cantitativi și factori calitativi reprezentînd probe din serii mari.

Cox (1964) dă următoarele amănunte despre caracteristicile acestora:

Factorii specific calitativi îi întîlnim la variantele, care nu pot fi subîmpărțite în clase diferite, deci la care fiecare clasă prezintă ea însăși interes pentru a fi studiată. Ca exemple de factori calitativi citățm: soiurile de floarea-soarelui într-o experiență cu soiuri sau tratamente diferite calitativ pentru o boală etc.

Factori cantitativi sînt cei la care diferitele clase corespund la valori bine definite, ce pot fi exprimate numeric. Ca exemple de astfel de factori citățm: diferite cantități de îngrășăminte cu azot, într-o experiență cu îngrășăminte sau diferite concentrații de fitoregulatori etc.

Factori calitativi reprezentînd probe din populații, serii etc., de ex. atunci cînd experiențele agricole se repetă în mai mulți ani sau în mai multe localități. În astfel de cazuri se apreciază că se pot considera anii și localitățile ca probe dintr-o populație de ani și centre experimentale.

1.8. DURATA EXPERIENȚELOR

Experiențele pot avea o durată de unul sau mai mulți ani, lungimea perioadei de experimentare trebuind să fie decisă de la caz la caz. Astfel, la plantele anuale și multianuale experiențele cu soiuri au o durată mai scurtă, în timp ce la pomi este necesară, firește, o perioadă mult mai lungă, deoarece trec mai mulți ani pînă ce o plantație intră în producție. Cer de asemenea o perioadă mai lungă experiențele cu rotații, cele cu îngrășăminte și cele cu metode culturale, deoarece la experiențe de acest fel sînt de așteptat, pe de o parte efecte cumulative, care se adaugă, deci, an de an, iar pe de altă parte trebuie să se obțină informații și asupra interacțiunii ani × tratament.

Ca exemplu de experiențe de lungă durată sînt citate experiențele cu îngrășăminte de la Rothamsted (Anglia), care au o durată de peste 120 ani și experiențele cu îngrășăminte și rotații de la Halle (R.D.G.), care au o durată de peste 80 ani.

Ca exemplu de experiențe de scurtă durată se citează experiențele cu cantități de sămînță sau cu erbicide, unde interacțiunile ani × tratament sînt destul de mici sau chiar absente.

Experiențele cu soiuri durează cel puțin 3 ani. Totuși, se recomandă ca soiurile care s-au dovedit chiar după primul an de experiență, ca nevaloroase (de ex. cele nerezistente la cădere sau cele nerezistente la ger) să fie eliminate chiar după un singur an de încercare. Din contră, dacă unele soiuri s-au dovedit în producție aproape egale cu martorul, se recomandă să fie ținute mai mulți ani în experimentare, mai ales dacă ele fac parte din categoria soiurilor vechi, cultivate o lungă perioadă de ani în zona respectivă.

Scanned with OKEN Scanner

Experienţele cu soiuri şi hibrizi trebuie să dureze de asemenea mai mulţi ani atunci cînd soiurile şi hibrizii în încercare au o durată de vegetaţie foarte variată, ceea ce atrage după sine o comportare diferită — interacţiuni mari soi×ani — în anii mult deosebiţi în privinţa mersului vremii. Aceasta se explică prin aceea că epoca înfloritului, în care consumul de apă este foarte ridicat, poate coincide uneori cu perioade de secetă.

1.9. CARACTERISTICILE ESENŢIALE ALE METODICEI EXPERIMENTALE

Cîmpul de experienţă a devenit acum mai complicat decît în trecut. Acest lucru se datorează pe de-o parte, faptului că acum se studiază într-o experienţă mai mulţi factori, ale căror acţiuni sînt interdependente. Pe de altă parte, cîmpul de experienţă trebuie să dea astăzi răspunsuri mai obiective, mai exacte, mai semnificative şi într-un timp mai scurt. În sfîrşit, cîmpul de experienţă trebuie să fie mai sensibil, adică să fie capabil să prindă chiar diferenţele mici dintre variante.

Ca să corespundă acestor cerinţe, metodica experienţelor de cîmp a evoluat mult, posedînd acum unele caracteristici esenţiale, dintre care cele mai importante sînt:

I. Distribuirea la întîmplare a variantelor pe teren (randomizare).

II. Controlul influenţei fertilităţii solului prin ingenioase aşezări ale parcelelor experimentale.

III. Studierea mai multor factori în aceeaşi experienţă.

IV. Compararea directă a numeroase variante.

I. DISTRIBUIREA LA ÎNTÎMPLARE A VARIANTELOR PE TEREN (randomizare)

În vechile experienţe era folosită *aşezarea sistematică*, în care variantele se înşiruiau în aceeaşi succesiune în toate repetiţiile şi din această cauză variantele, care se învecinau, erau supuse aceloraşi influenţe — favorabile sau nefavorabile — ale solului, în toate repetiţiile, dînd în consecinţă producţii în care factorul „sol" masca, din cauza neuniformităţii lui pentru variante îndepărtate, capacitatea reală de producţie a variantelor comparate.

Într-adevăr, se ştie că în orice teren destinat cîmpului de experienţă, cu oricîtă grijă ar fi ales, există totuşi neuniformităţi ale solului, care, datorită fertilităţii care nu se schimbă brusc, ci treptat, vor fi cu atît mai mari cu cît parcelele vor fi mai îndepărtate pe teren şi din contră, vor fi cu atît mai mici cu cît parcelele vor fi mai apropiat grupate. De aceea, la aşezarea sistematică, variantele cele mai apropiate, de exemplu 1 şi 2 aveau un sol mai uniform, pe cînd între variantele 1 şi 10 existau neuniformităţi de sol mult mai mari.

De aici rezultă că diferenţa de producţie dintre variantele 1 şi 2 era mai puţin influenţată de neuniformităţile solului şi deci era mai sigură decît diferenţa de producţie dintre variantele 1 şi 10. Această situaţie se întîlnea şi

în celelalte repetiții. Astăzi, prin metoda așezării la întîmplare se oferă în schimb tuturor variantelor șanse egale de repartizare pe neuniformitățile de diferite grade ale terenului cîmpului de experiență (R ü t h e r și S p e c h t 1956). Cu alte cuvinte, numai prin așezarea la întîmplare se poate obține o estimare imparțială a erorii, parcelele diferitelor variante fiind supuse în unele repetiții influențelor pozitive, iar în alte repetiții influențelor negative. În consecință prin această așezare se mărește „expresivitatea" experiențelor, obținîndu-se rezultate ce oglindesc, mai aproape de adevăr, capacitatea reală de producție a variantelor dintr-o experiență.

Așezarea sistematică introducea și alte erori sistematice; de ex. dacă un soi *A* era mai rapace decît *B* și conform așezării sistematice venea plasat în toate repetițiile, întotdeauna lîngă soiul *B*, el avea o influență negativă asupra acestuia, deformîndu-i producția.

Așezarea la întîmplare a variantelor în experiențe, numită și randomizare (de la cuvîntul englezesc „random"=întîmplare) este principala caracteristică a planurilor experimentale moderne; ea a fost introdusă acum circa 30 de ani de statisticianul englez R. A. F i s h e r, care a arătat că, din cauză că parcelele experimentale apropiate dintr-un cîmp de experiență au tendința să dea producții asemănătoare, experiențele în care repartizarea variantelor se face sistematic, sînt încărcate de erori.

Sistemul randomizării asigură datelor experimentale, proprietățile matematice necesare folosirii calculului erorii.

Randomizarea elimină subiectivismul în distribuirea variantelor, unii experimentatori fiind înclinați să dea o succesiune părtinitoare pentru unele variante, mai ales în experiențele cu soiuri și hibrizi.

Randomizarea mai prezintă pentru orice experiențe, dar în special pentru cele cu soiuri și hibrizi, și avantajul că permite fiecărei variante să fie în directă vecinătate, în diferitele repetiții, cu alte soiuri și hibrizi, oferind posibilitatea comparării repetate cu alți vecini, ceea ce înlesnește evidențierea unor variante de mare importanță pentru zona cîmpului de experiență.

În plus, randomizarea, așezînd variantele la întîmplare, deci într-o înșiruire care este diferită de la o repetiție la alta, oferă și avantajul unui secret al numelui diferitelor variante, care așezate în aceeași repartizare sistematică, ar putea influența observațiile de vegetație.

Randomizarea prezintă uneori dezavantajul, mai ales în experiențele cu variante puține, că pot apărea aranjamente nesatisfăcătoare, de ex. aceleași variante mereu învecinate. În astfel de cazuri trebuie, fără ezitare, să renunțăm la randomizarea obținută și să facem alta nouă.

Spre a obține o repartizare la întîmplare a elementelor ce se randomizează, fie că este vorba de variante, fie de grupuri de variante (blocuri și coloane), F i s h e r (1951) recomandă următorul procedeu:

Se iau de 5 ori mai multe bilete (cărți de vizită) decît este numărul elementelor respective: de exemplu la 20 de variante se iau 100 de bilete.

Se folosește un număr încincit de bilete spre a oferi întîmplării un spațiu de joc de cinci ori mai mare decît dacă variantele ar fi reprezentate, la această tragere de bilete (ca la loterie), o singură dată.

Biletele se numerotează curent şi apoi se amestecă de mai multe ori, pentru a obţine un aranjament al lor cu totul la voia întîmplării. Apoi se trage un bilet şi numărul scris pe bilet se împarte prin numărul variantelor (în cazul nostru cu 20). Restul, care rămîne după împărţire, reprezintă numărul variantei, care se plasează în prima parcelă experimentală. Să presupunem că pe primul bilet tras este scris 35; împărţind acest număr prin 20, rămîne un rest de 15; vom plasa deci în prima parcelă varianta 15.

La tragerea celui de-al doilea carton se procedează la fel şi restul rezultat va indica numărul variantei, care se plasează în cea de-a doua parcelă experimentală. Bineînţeles se va avea grijă să nu se pună de mai multe ori aceeaşi variantă într-o repetiţie.

În caz că numărul tras se divide prin numărul variantelor şi nu rămîne nici un rest (adică restul este egal cu 0), atunci se plasează în respectiva parcelă experimentală ultima variantă (la 20 variante va fi deci varianta a 20-a).

După ce procedînd astfel se găseşte locul variantelor din primul bloc, se amestecă din nou cartoanele şi se procedează la fel pentru blocul al doilea ş.a.m.d.

Aşezarea la întîmplare a variantelor mai poate fi obţinută şi cu ajutorul unor tabele, de tipul celui indicat în tabelul anexă 1.

La aşezările mai simple cum este cea în blocuri randomizate, randomizarea se aplică direct pentru parcele, variantele fiind astfel dispuse în blocuri cu totul la întîmplare.

La aşezările mai perfecţionate unde, în scopul obţinerii unor rezultate mai precise, se impun anumite reguli în aşezare a variantelor, această aşezare nu mai poate fi absolut întîmplătoare. Pentru a respecta totuşi principiul randomizării se porneşte de la un plan de bază (un plan cu variantele aşezate sistematic şi care posedă caracteristicile aşezării respective) şi se randomizează separat coloanele între ele şi apoi blocurile între ele. Noul plan obţinut va avea caracteristicile planului de bază (întrucît fiecare coloană şi bloc în parte cuprind aceleaşi variante ca şi în planul de bază), dar aşezarea sa nu va mai fi sistematică, ci va fi randomizată.

Pentru precizare vom indica la fiecare fel de aşezare, modul de randomizare.

Exemplu:

Planul de bază	Planul randomizat
1 2 3	2 1 3
4 5 6	8 7 9
7 8 9	5 4 6

Pentru a uşura luarea observaţiilor şi prezentarea experienţelor cu ocazia vizitelor, prima repetiţie poate să nu fie randomizată, avînd în vedere că şi aşezarea sistematică ar putea fi realizată întîmplător la un număr foarte mare de trageri de bilete.

O randomizare eficace se poate face şi la numerotarea variantelor. Este greşit de pildă ca într-o serie de experienţe, o aceeaşi variantă să se găsească totdeauna la numărul 1, iar alta totdeauna la numărul 10. *Se recomandă ca la fiecare repetare a experienţei, variantelor să li se atribuie la întîmplare numere diferite de cele avute anterior.*

Scanned with OKEN Scanner

Randomizarea trebuie făcută pentru fiecare experiență în parte. Este o greșeală să se folosească aceeași randomizare pentru mai multe experiențe după cum este greșit și sistemul de a se lucra cu așezări după scheme rigide, elaborate de o centrală.

Unii experimentatori susțin că nici așezarea sistematică, nici așezarea întîmplătoare nu reușesc să repartizeze cît mai amestecat variantele pe suprafața cîmpului de experiență. De aceea s-a propus să se adopte o repartizare întîmplătoare — dirijată (repartizare «justă» cum o denumește B e h r e n s 1956), care „corectează" așezarea întîmplătoare. Criteriile după care se face această repartizare dirijată sînt următoarele:

— evitarea, pe cît posibil, a atingerii în diagonală a parcelelor ocupate de aceeași variantă;

— împuținarea împerecherilor în sensul că variantele care s-au învecinat o dată nu mai trebuie să revină decît rareori încă o dată împreună;

— prezența numai o singură dată în aceeași coloană a uneia și aceleiași variante.

Repartizarea justă este pe drept cuvînt criticată, deoarece ea introduce subiectivismul în distribuirea variantelor și face neaplicabil calculul erorii, care impune ca variantele să fie distribuite pe terenul cîmpului de experiență după legea probabilității, adică la întîmplare.

II. CONTROLUL INFLUENȚEI FERTILITĂȚII SOLULUI

Fluctuația producțiilor parcelelor dintr-o cultură comparativă este produsă de 3 factori importanți: variantele încercate, neuniformitatea fertilității solului și erorile accidentale.

Scopul diferitelor metode de așezare a parcelelor este să permită diferențierea efectului acestor trei factori, pentru a face posibilă compararea productivităților reale ale variantelor experimentate.

Este în special deosebit de important, să se separe din rîndul erorilor, variațiile produse de neuniformitatea solului. Cu cît această separare va fi mai completă, cu atît eroarea accidentală va rămîne mai mică și deci exactitatea experienței va fi mai mare.

Diferitele așezări reușesc în mod diferit, în funcție de modul de grupare a parcelelor, să prindă în cifre și să elimine dintre erori, variațiile provocate de neuniformitatea solului.

Astfel, așezarea în blocuri randomizate, care are parcelele grupate pe o singură direcție, permite controlul influenței fertilității solului de la un bloc la altul pe această singură direcție (controlul simplu), în timp ce așezările de tipul patratului latin, cu parcelele grupate pe două direcții perpendiculare, permit controlul atît pe direcția blocurilor (orizontal), cît și pe cea a coloanelor (vertical); avem așadar aici un control dublu al fertilității solului (fig. 1.6).

Se înțelege că atunci cînd este necesară o experimentare mai exactă a unor variante, se vor prefera așezările, care permit un control mai complet asupra influenței neuniformităților solului.

Prin alegerea judicioasă a celor mai adecvate așezări ale parcelelor experimentale este posibil nu numai să se elimine variațiile provocate de neunifor-

Scanned with OKEN Scanner

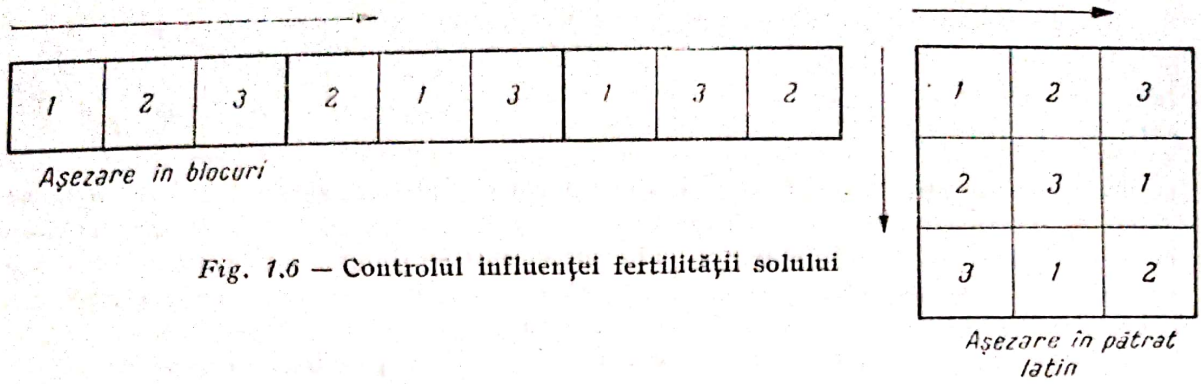


Fig. 1.6 — Controlul influenței fertilității solului

mitatea solului, dar chiar să se evite multe dintre ele datorită grupării mai strînse pe teren a variantelor. Într-adevăr, folosirea mai ales a grilajelor permite gruparea numeroaselor variante foarte strîns în jurul unui punct, o repetiție înscriindu-se de cele mai multe ori într-un patrat. Uniformitatea mare a solului, pe care o asigură o astfel de așezare, permite reliefarea mai clară a diferențelor reale, datorite capacității de producție a variantelor experimentale.

III. STUDIEREA MAI MULTOR FACTORI ÎN ACEEAȘI EXPERIENȚĂ

Pînă nu de mult într-o experiență se urmărea numai acțiunea unui singur factor. În aceste experiențe monofactoriale se diferențiia de la o parcelă la alta numai factorul, a cărui influență se studia, ceilalți factori menținîndu-se neschimbați în toate parcelele. Astfel de exemplu, dacă în experiență trebuia să se afle care este cel mai bun soi de grîu într-o regiune oarecare, se schimba de la o parcelă la alta numai soiul, pe cînd ceilalți factori (pregătirea terenului, epoca de semănat, îngrășămintele aplicate, lucrările de îngrijire etc.) se mențineau aceiași în toate parcelele, deci pentru toate soiurile. După ce se afla, prin experiențe multianuale, obișnuit trienale, cu soiuri, care este soiul cel mai potrivit pentru zona respectivă, trebuia să se execute timp de 2—3 ani alte experiențe spre a se determina care sînt condițiile optime de îngrășare și de densitate în care soiul dovedit anterior cel mai valoros, putea da producțiile cele mai mari. Se executau, așa dar, după sistemul vechi, *succesiv* mai multe experiențe multianuale iar datele complete veneau deseori prea tîrziu, căci tocmai atunci apăreau soiuri noi, care impuneau să se înceapă o nouă serie de experimentare similară și adesea inutilă. Se iroseau astfel deseori multe fonduri pentru obținerea unor rezultate, ce nu-și vedeau transpunerea în producție. Acest sistem vechi de experiențe succesive se putea menține doar pe vremea cînd soiurile erau menținute mai mult în cultură și era timp suficient ca experimentări simple și succesive să le studieze timp îndelungat. Azi soiurile sînt menținute în cultură o perioadă mult mai scurtă de timp; de aceea trebuia inovat un sistem care să facă posibil ca într-o singură experiență să fie nu

numai identificat cel mai bun soi (respectiv hibrid), ci să fie determinată și cea mai adecvată tehnologie a culturii lui.

Această experimentare se realizează astăzi prin experiențele polifactoriale, care au înlocuit experiențele simple, unde se studia acțiunea numai a unui singur factor și unde experimentatorul conchidea asupra acțiunii celorlalți factori numai prin bănuiala că toți factorii și-ar însuma singuraticele acțiuni, aflate prin experiențe izolate. Această concluzie nu este, însă, justă, deoarece diferiții factori fitotehnologici acționează diferit atunci cînd sînt prezenți simultan în experiențele polifactoriale, și anume unii independent, alții însă manifestă interferări foarte interesante, dînd astfel posibilitatea să se obțină rezultate mai exacte și mai ample, bogate în concluzii utile științei și practicii agricole. Colaborarea aceasta specifică a diferiților factori de vegetație a primit denumirea de „interacțiune".

Experiențele polifactoriale prezintă următoarele principale avantaje:

a) dau posibilitatea să se studieze în ce fel diferiții factori de vegetație, prezenți într-o experiență, se influențează reciproc, la diferite nivele și astfel înlesnesc să se obțină concluzii mai profunde și mai ample decît rezultatele monofactoriale;

b) măresc exactitatea rezultatelor experimentale;

c) sînt mai economice, deoarece la parcele experimentale mai puține, dau rezultate mai concludente, mai precise și mai rapide; ele sporesc, așadar, eficiența cîmpului de experiență și ușurează mult munca experimentatorului.

Cu toate aceste mari avantaje ale experiențelor polifactoriale, se recomandă totuși să nu se includă prea mulți factori și graduări într-o singură experiență. Altfel ea devine prea amplă și prea complicată, ceea ce impune calcule și interpretări dificile.

IV. COMPARAREA DIRECTĂ A NUMEROASE VARIANTE

Pentru o serie de experimentări și în special pentru acelea cu soiuri sau linii în curs de ameliorare este necesară compararea unui număr foarte mare de variante. Pînă nu de mult, avînd în vedere că așezările clasice nu permiteau utilizarea unui număr prea mare de variante, problema se rezolva prin organizarea unei serii de experiențe paralele, introducîndu-se în fiecare experiență un soi martor pentru comparație.

Această comparație indirectă prin intermediul martorului este sursa unor importante erori, deoarece se compară variantele încărcate de erori cu martorul, el însuși încărcat de erori. Cît de greșită este această metodă reiese din faptul că se folosește drept etalon pentru comparație o mărime atît de variabilă și dependentă de condițiile de mediu, ca producția unei variante. Într-adevăr reacția soiului sau liniei martor sau reacția îngrășămîntului sau metodei culturale martor poate fi mult mai variabilă în intensitatea ei, decît a celorlalte variante, încît artificializează întreaga experiență, îndepărtînd-o de situația reală și împiedicînd-o să scoată în relief adevărata capacitate de producție a variantelor experimentate. Acesta este și motivul pentru care nu se mai folosește așezarea experiențelor în fîșii (metoda Z a d e).

Metodica experimentală teoretică cere pentru o mai mare exactitate a experienţelor o comparare directă (în aceeaşi experienţă) a fiecărei variante, cu fiecare din celelalte variante în parte. Aceasta face să fie necesară includerea tuturor variantelor de comparat în aceeaşi experienţă.

Această necesitate a dus la inovarea de ingenioase metode de aşezare a experienţelor, în care să poată fi inclus un număr mai mare de variante (grilajele).

Posibilitatea de a introduce numeroase variante într-o singură experienţă permite, de asemenea, să se urmărească în acelaşi timp acţiunea mai multor factori într-o singură experienţă (experienţă polifactorială).

1.10. CONDIŢII DE REUŞITĂ A EXPERIENŢELOR

Multe experienţe se încep şi se execută, neglijîndu-se condiţiile esenţiale de reuşită a lor. Astfel de experienţe sînt sortite eşecului.

Obţinerea de rezultate concludente de la experienţele de cîmp depinde de mai multe condiţii, dintre care cele mai importante sînt următoarele:

a) *O bună planificare a experienţelor.* Problemele urmărite în cîmpul de experienţă trebuie să fie printre cele mai importante, actuale şi potrivite pentru ţinutul respectiv; de exemplu într-un ţinut unde se cultivă foarte mult grîu şi prea puţini cartofi, n-ar avea sens să se execute culturi comparative cu cartofi, înainte de a se rezolva problema soiului, a metodelor culturale şi a îngrăşămintelor la grîu. Într-o regiune cu un număr mare de vaci de lapte, va trebui să se execute în primul rînd experienţe la plantele de nutreţ, păşuni şi fîneţe.

Contribuţia specialiştilor din producţie la stabilirea planului de cercetare este deosebit de preţioasă.

Numărul problemelor de inclus în experienţele de cîmp trebuie să fie limitat la mijloacele (personal, material etc.), care se găsesc la dispoziţia cercetătorului respectiv. Nu trebuie planificate decît atîtea experienţe cîte pot fi îngrijite, observate şi recoltate în bune condiţii. Cel ce planifică experienţe trebuie să fie adînc convins că experimentarea reprezintă un lucru serios şi de mare exactitate, ceea ce necesită timp, mijloace şi o preocupare permanentă.

b) *Aplicarea unei tehnici superioare,* aceasta depinzînd în special de maşini perfecţionate, cu care putem executa mecanizat, uniform şi în timp scurt, majoritatea lucrărilor din cîmpurile experimentale.

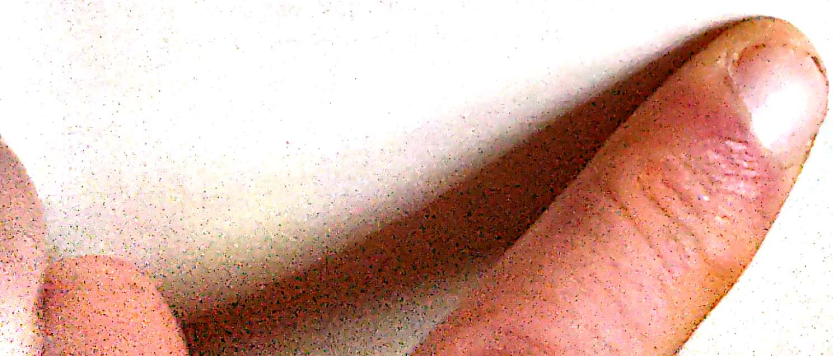
c) *Organizarea raţională a înregistrării datelor precum şi valorificarea justă a rezultatelor experimentale* prin folosirea unei analize statistice adecvate.

d) *Repetarea în timp şi spaţiu a fiecărei experienţe.* Rezultatele obţinute de la o experienţă executată într-un singur an şi într-un singur loc sînt valabile numai pentru condiţiile de climă şi de sol ale anului şi locului respectiv. Astfel de experienţe au o valoare agricolă redusă, fiind limitate la condiţiile de climă, care au caracterizat anul, în care s-a executat experienţa şi la condiţii de sol asemănătoare cu cele ale cîmpului de experienţă. De aceea spre a putea trage concluzii de o valabilitate mai generală, orice fel de experienţe

Scanned with OKEN Scanner

trebuie executate în centre cît mai numeroase, pe soluri și în situații (de relief etc.) cît mai diferite și trebuie repetate timp de cel puțin trei ani. Nici un soi nou și nici o metodă culturală nouă nu trebuie recomandate dacă n-au fost încercate în mai multe localități minimum trei ani. Multe recomandații practice se sprijină pe rezultatele experiențelor de durată și mai lungă.

e) *Dibăcia și pregătirea experimentatorilor și a ajutoarelor lor.* Experiențe reușite nu se pot realiza decît cu experimentatori capabili, care să aibă un interes deosebit să execute și să observe atent experiențele. În plus ei trebuie să aibă o bună pregătire practică în tehnica culturii plantelor, cu care experimentează. Dacă experimentatorul nu se pricepe cum se pregătește un bun pat germinativ, cum se seamănă, se îngrijește și se recoltează o plantă agricolă oarecare, el nu trebuie să facă experimentări cu ea. Multe experiențe nu reușesc, datorită în primul rînd condițiilor anormale de cultură în care s-au dezvoltat plantele respective, ca urmare a necunoașterii fitotehnicei lor. De aceea, atunci cînd se experimentează cu plante noi, se recomandă ca ele să fie cultivate un an sau doi în culturi demonstrative de orientare, spre a se obține indicații privitor la tehnica culturii lor (epoca de semănat, densitatea pe rînd și între rînduri etc.); în sfîrșit, experimentatorul trebuie să cunoască bine metodica și tehnica experiențelor de cîmp. Reușita experiențelor de cîmp depinde, deci, de iscusința și de pregătirea teoretică și practică a experimentatorului. Un rol mare în executarea experiențelor de cîmp îl au tehnicienii și lucrătorii, pe care știe să și-i aleagă și instruiască conducătorul cîmpului de experiență; aceștia trebuie să fie conștiincioși, atenți, de încredere și stabili.



Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL

2

METODE DE AȘEZARE A EXPERIENȚELOR

2.1. GENERALITĂȚI

Repetarea fiecărei variante pe mai multe parcele repetiții, permite determinarea erorii rezultatelor obținute. Pentru a studia cu cît mai multă precizie diferențele între variante este necesar însă, ca aceste erori să fie cît mai mici.

Principiul reducerii erorilor este de a grupa variantele în grupe cu condiții cît mai uniforme și a face apoi, prin calcule corespunzătoare, comparațiile în interiorul fiecăreia din aceste grupe.

În experiențele de cîmp, numeroase cercetări au arătat că, parcelele apropiate una de alta pe teren tind să dea producții mai asemănătoare decît parcelele îndepărtate. De aceea s-au preconizat diferite metode de așezare a experiențelor care, grupînd parcelele în blocuri compacte, de formă cît mai apropiată de cea patrată, pentru a realiza condiții de sol cît mai uniforme, să permită reducerea erorilor experimentale.

Atunci cînd numărul variantelor este mic, reducerea erorilor se realizează cel mai ușor, grupînd parcelele în blocuri complete randomizate, care să cuprindă o dată fiecare variantă. Dacă parcelele nu sînt prea înguste, se poate realiza o dublă grupare, atît în blocuri cît și în coloane, care, dacă nu vor fi prea alungite, vor putea fi considerate ca prezentînd condiții destul de uniforme în interiorul lor.

Dacă însă, datorită numărului mare de variante (mai mare de 12—15) sau formei alungite a parcelelor, blocurile sau coloanele complete devin prea mari sau prea depărtate de forma patrată, atunci condițiile din interiorul lor încep să nu mai poată fi considerate mai uniforme decît cele ale întregii experiențe și, în acest caz, eficiența lor în reducerea erorilor experimentale devine foarte redusă.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru aceste cazuri s-au inovat așezările în blocuri incomplete, care, grupînd variantele în blocuri mici și deci mult mai uniforme, permit o reducere substanțială a erorii.

În cele ce urmează vom prezenta caracteristicile metodelor de așezare cele mai folosite în experimentarea agricolă.

2.2. AȘEZAREA ÎN BLOCURI RANDOMIZATE PENTRU EXPERIENȚE MONOFACTORIALE

Metoda blocurilor randomizate este cea mai simplă dintre așezările folosite atît pentru experiențele monofactoriale, cît și pentru cele polifactoriale.

Ea posedă următoarele caracteristici:

— fiecare bloc cuprinde toate variantele, fiind echivalent astfel cu repetiția (deci $b=n$);

— blocurile cuprind un număr restrîns de variante (pînă la 12), deoarece precizia scade sensibil cu sporirea numărului de variante, aceasta ducînd la creșterea neuniformității solului în interiorul blocurilor;

— numărul repetițiilor nu este fix, ci poate varia după necesitățile impuse de sporirea exactității experienței;

— variantele trebuie să fie așezate randomizat în interiorul blocurilor, eventual cu excepția primei repetiții, în care variantele se așază sistematic;

— blocurile constituie unități independente unul față de celălalt, nefiind legate structural între ele; de aceea această metodă de așezare permite să se folosească diferitele posibilități și condiții de pe teren;

— la valorificare nu se pot elimina decît erorile sistematice existente între blocuri, deci precizia experiențelor este mai mică decît la celelalte așezări; din această cauză se va acorda o deosebită atenție ca solul din interiorul blocului să fie pe cît posibil mai uniform.

Pentru a obține rezultate corespunzătoare la experiențele în blocuri se recomandă următoarele:

a) să se planifice experiențele numai cu un număr mic de variante între care se bănuiește că nu sînt diferențe prea mici de producție;

b) să se aleagă un teren cît mai uniform pentru așezarea cîmpului de experiență;

c) blocurile să fie cît mai mici, cu alte cuvinte suprafața parcelelor experimentale să fie cît mai redusă;

d) blocurile să fie cît mai apropiate de forma patrată; cel mai recomandabil este ca lungimea parcelelor să fie egală cu lățimea blocului.

Din punct de vedere al plasării lor în cîmpul de experiență, blocurile pot fi așezate:

a) pe un singur rînd (așezare liniară), cînd blocurile sînt așezate unul lîngă altul într-o singură linie (fig. 2.1);

b) pe două sau mai multe rînduri, așa-numitele blocuri etajate (fig. 2.2);

Scanned with OKEN Scanner

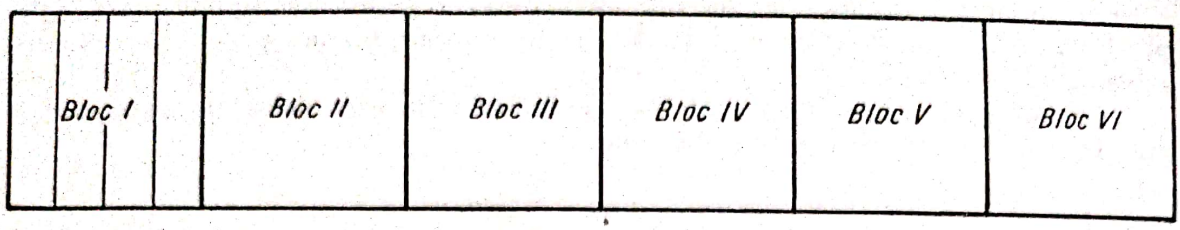


Fig. 2.1 Blocuri pe un singur rînd

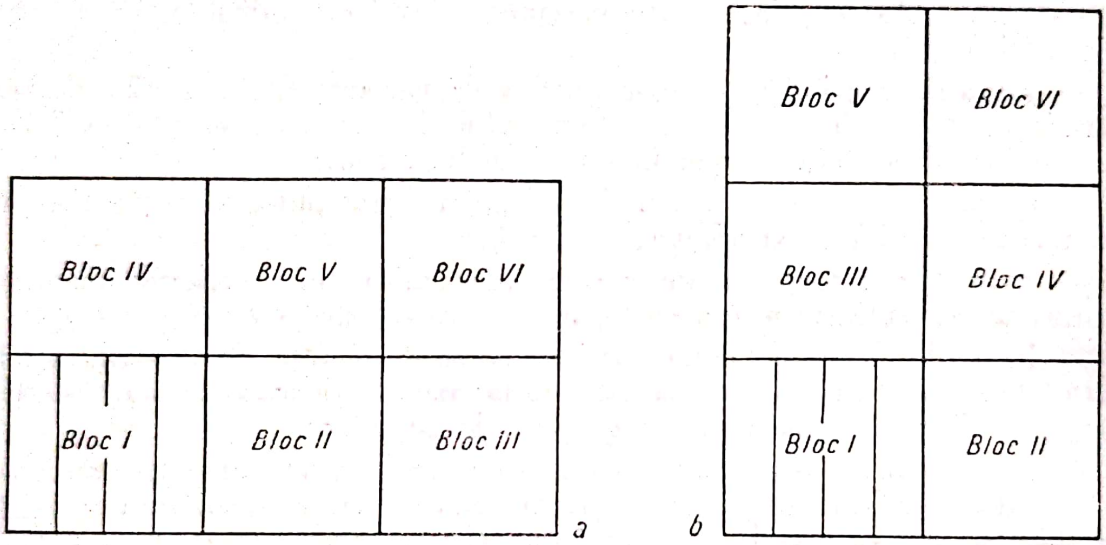


Fig. 2.2 Blocuri etajate pe 2 rînduri (a) şi 3 rînduri (b)

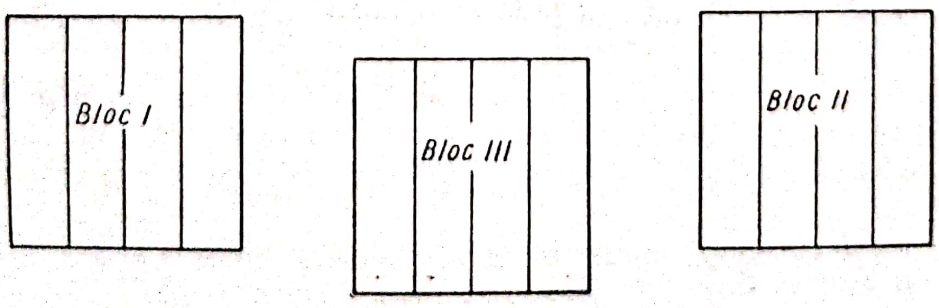


Fig. 2.3 Blocuri dispersate

c) împrăștiate pe teren, un bloc nevenind în contact cu celălalt, cu toate că fac parte din una și aceeași experiență; la o astfel de așezare pe teren, blocurile se numesc „dispersate" (fig. 2.3); folosirea blocurilor dispersate trebuie făcută, însă, cu prudență.

2.3. AȘEZAREA ÎN PATRAT LATIN PENTRU EXPERIENȚE MONOFACTORIALE

Patratul latin are următoarele caracteristici:

— Parcelele sînt astfel așezate încît atît blocul (orizontal) cît și coloana (vertical) reprezintă repetiții complete, fiecare variantă fiind deci reprezentată cîte o dată atît în fiecare bloc cît și în fiecare coloană (fig. 2.4).

— Numărul repetițiilor (n) este egal cu numărul variantelor (v).

— Randomizarea se face nu pentru parcele, ci pentru blocurile și coloanele planului de bază.

— Analiza statistică permite să se elimine atît diferențele dintre blocuri, cît și cele între coloane, făcînd posibil controlul influenței neuniformității solului și a altor influențe, pe 2 direcții și realizînd astfel un control dublu asupra neuniformităților sistematice ale solului. Aceasta face ca așezarea în patrat latin să provoace o reducere substanțială a erorii față de metoda blocurilor. De aceea această așezare dă rezultate bune și pe soluri mai neuniforme.

— Creșterea numărului variantelor este limitată pe de o parte de dificultatea de a se lucra cu un număr prea mare de repetiții, acesta crescînd odată cu numărul variantelor, pe de altă parte de faptul că exactitatea scade odată cu creșterea numărului variantelor, din cauza creșterii suprafeței experimentale și deci a neuniformității solului. Numărul maxim recomandat este de 12 variante; de obicei se folosesc 6—8 variante.

Așezarea în patrat latin se recomandă atunci cînd se urmărește aflarea diferențelor foarte mici între variante puține, cum este cazul la experiențele cu soiuri. De asemenea, patratul latin este foarte potrivit pentru experiențele din sere, unde există variații în privința temperaturii, luminozității, curenților de aer și uniformității udării.

Cea mai mare eficacitate a patratului latin se realizează atunci cînd se folosesc parcele pătrate. Cu toate acestea, metoda dă rezultate bune și atunci cînd se folosesc parcele dreptunghiulare.

4	5	1	2	3
3	1	4	5	2
5	4	2	3	1
2	3	5	1	4
1	2	3	4	5

Fig. 2.4 — Patratul latin

Scanned with OKEN Scanner

2.4. AȘEZAREA ÎN DREPTUNGHI LATIN PENTRU EXPERIENȚE MONOFACTORIALE

În încercarea de a folosi și la experiențele cu mai multe variante, principiul grupării parcelelor pe două direcții, care stă la baza așezării în patrat latin, fără a utiliza însă un număr prea mare de repetiții, s-a inovat (M u d r a 1952) așezarea în dreptunghi latin.

Ca și patratul latin, dreptunghiul latin prezintă blocuri și coloane complete, care cuprind, fiecare, toate variantele experimentale. Coloanele nu au, însă, toate variantele așezate pe un singur șir ca la patratul latin, ci pe 2—4 subcoloane care, împreună, formează o coloană completă. În acest fel, la același număr de variante, numărul repetițiilor poate fi de 2—4 ori mai mic decît la patratul latin (fig. 2.5).

Caracteristicile dreptunghiului latin sînt deci următoarele:

— Numărul variantelor trebuie să fie divizibil atît cu numărul repetițiilor, cît și cu numărul subcoloanelor. De exemplu în fig. 2.5 numărul variantelor (12) este divizibil atît cu 6 (numărul repetițiilor) cît și cu 2 (numărul subcoloanelor).

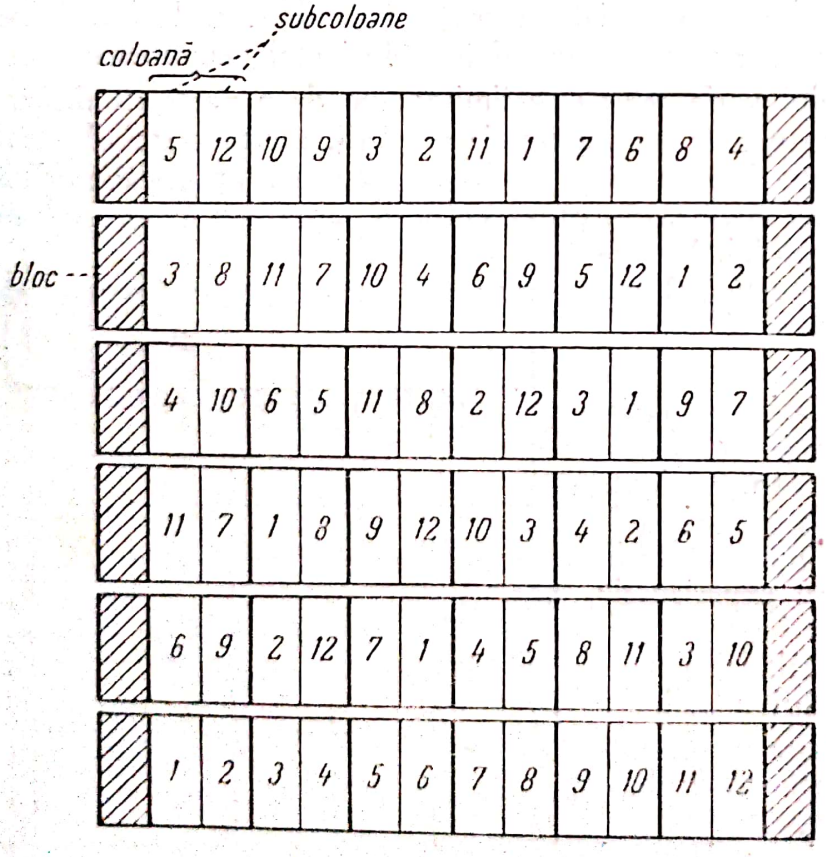


Fig. 2.5 — Dreptunghiul latin

— Numărul coloanelor este egal cu numărul blocurilor și deci cu numărul repetițiilor.

— Fiecare variantă este reprezentată o dată atît în fiecare coloană cît și în fiecare bloc. Deci atît blocurile cît și coloanele constituie repetiții complete.

— Planul așezării parcelelor pe teren trebuie să fie randomizat. Aceasta se realizează prin randomizarea separată a blocurilor și a coloanelor din planul de bază.

— Deși controlul asupra neuniformităților sistematice ale solului este tot dublu, exactitatea experiențelor este mult mai mică decît la patratul latin.

Scanned with OKEN Scanner

Într-adevăr, cu cît numărul variantelor ca și al subcoloanelor este mai mare, cu atît coloanele nu mai oferă variantelor condiții suficient de uniforme în interiorul lor și astfel eficiența grupării duble în reducerea erorilor experimentale devine neglijabilă.

Acest fapt, ca și considerente de natură teoretică, fac ca așezarea în dreptunghi latin să nu fie luată în considerație de către școala statistică engleză și americană.

Numărul maxim de variante recomandat la așezarea în dreptunghi latin este de 15—20. Dincolo de aceste limite atît blocurile cît și coloanele devin prea mari și prea neuniforme, astfel că precizia comparațiilor între variante scade mult.

2.5. AȘEZĂRILE ÎN GRILAJE PENTRU EXPERIENȚE MONOFACTORIALE

După cum s-a arătat, atunci cînd numărul variantelor dintr-o experiență devine prea mare, blocurile complete, alungindu-se prea mult, ajung să nu mai fie suficient de uniforme, ceea ce duce la creșterea erorilor experimentale.

De aceea, pentru reducerea erorilor s-a recurs, în acest caz, la gruparea parcelelor în blocuri mici, care cuprind numai o parte din variante, rezultînd astfel așezările în blocuri incomplete.

Cele mai importante dintre așezările în blocuri incomplete sînt grilajele, așezări denumite astfel, datorită formelor simetrice, ce iau naștere prin juxtapunerea blocurilor.

Așezarea în grilaje prezintă următoarele avantaje:

— Permite includerea în aceeași experiență a mult mai multe variante decît celelalte așezări amintite, dînd posibilitatea să se compare direct între ele într-o singură experiență toate variantele ce prezintă interes imediat, excluzînd comparația indirectă prin intermediul martorului.

— Grupează foarte strîns pe teren variantele unui bloc în suprafețe apropiate de forma patrată, oferind astfel variantelor dintr-un bloc incomplet un sol mai uniform. În consecință, precizia experiențelor se mărește datorită așezării strînse pe teren; la aceasta se adaugă și posibilitatea unui control mai mare al influenței neuniformității solului și anume, pe două direcții, ceea ce sporește de asemenea exactitatea experienței.

Metoda așezării în grilaj prezintă, într-adevăr, dezavantajul că analiza statistică a rezultatelor experimentale este mai complicată, ceea ce, însă, nu mai poate constitui un impediment în adoptarea lor, în epoca actuală a mașinilor perfecționate de calculat.

La așezările în blocuri incomplete, două variante, care se întîlnesc în același bloc, sînt mai precis comparate decît cele care se găsesc în blocuri diferite. De aceea, pentru a mări exactitatea experiențelor, trebuie să se asigure o com-

Scanned with OKEN Scanner

parare la fel de precisă pentru toate variantele experienței. În acest scop, la așezarea variantelor, se caută ca fiecare pereche de variante să se întîlnească, în același bloc incomplet, de un număr egal de ori; această operație se numește *balansare*, iar așezarea rezultată se numește *balansată*.

Ca exemplu, citățm următoarea așezare, unde fiecare variantă luată în parte se află o singură dată în același bloc incomplet cu fiecare din celelalte variante:

1 2 3	1 4 7	1 5 9	1 6 8
4 5 6	2 5 8	2 6 7	2 4 9
7 8 9	3 6 9	3 4 8	3 5 7

Se înțelege că operația de balansare impune un anumit număr de repetiții strict necesar pentru ca fiecare din variante să poată întîlni pe fiecare din celelalte în același bloc.

Din așezările în blocuri incomplete, vom descrie: grilajul balansat și grilajul patrat balansat.

I. GRILAJUL BALANSAT

La grilajul balansat numărul variantelor, care trebuie să fie întotdeauna un patrat perfect ($v=k^2$), se grupează în fiecare repetiție în k blocuri incomplete, fiecare din ele cuprinzînd k variante.

Așezarea este balansată, astfel încît fiecare variantă întîlnește pe fiecare din celelalte în același bloc incomplet cîte o singură dată. Pentru a asigura balansarea, numărul de repetiții trebuie să fie egal cu $k+1$.

Așezările cu 36, 100 și 144 variante nu pot fi balansate. De aceea grilajele balansate se folosesc numai pentru numărul variantelor egal cu 9, 16, 25, 49, 64, 81, 121, 169 etc.

Analiza statistică permite reducerea erorilor prin eliminarea influenței neuniformităților sistematice ale solului, atît între repetiții cît și între blocurile incomplete.

Repartizarea întîmplătoare a variantelor se realizează prin randomizarea blocurilor incomplete între ele și prin randomizarea variantelor în interiorul acestor blocuri.

La amplasarea experienței pe teren, blocurile incomplete pot fi așezate fie pe mai multe rînduri, fie pe un singur rînd, esențial fiind numai ca în interiorul fiecărui bloc solul să fie cît mai uniform posibil.

Dezavantajul tuturor grilajelor este numărul rigid al variantelor ce se pot experimenta, acest număr trebuind să fie un patrat perfect. Acest dezavantaj poate fi corectat, în caz că nu există atîtea variante pentru a împlini patratul unui număr, prin repetarea o dată sau de mai multe ori a celor mai importante variante, realizîndu-se astfel o precizie sporită în determinarea producțiilor acestora.

$k = \sqrt{v^2}$

$v = k^2.$

Scanned with OKEN Scanner

II. GRILAJUL PATRAT BALANSAT

La așezarea în grilaj patrat balansat variantele sînt astfel așezate în interiorul blocurilor incomplete, încît prin alăturarea acestora, rezultă și coloane incomplete balansate.

Numărul variantelor este tot un patrat perfect ($v=k^2$) iar, în fiecare repetiție, variantele sînt dispuse în k blocuri incomplete a cîte k variante fiecare. Prin alăturarea blocurilor rezultă totodată și k coloane incomplete a cîte k variante fiecare. Deci în fiecare repetiție cele k^2 variante sînt așezate în plan, într-un patrat cu latura k.

Numărul de repetiții necesar pentru realizarea balansării este diferit după cum k este un număr par sau impar. Cînd k este un număr impar numărul repetițiilor este $\frac{k+1}{2}$; cînd însă k este un număr par, numărul repetițiilor trebuie să fie, ca și la grilajele balansate de $k+1$ (tabelul 2.1).

Gruparea parcelelor în blocuri și coloane se face pe baza principiului balansării, procedîndu-se diferit după cum k este un număr par sau impar. Astfel cînd k este impar, adică la grilajele cu $\frac{k+1}{2}$ repetiții, fiecare variantă întîlnește *o singură dată* fiecare din celelalte variante și anume: sau în același bloc, sau în aceeași coloană. Spre deosebire de aceasta, atunci cînd k este un număr par, adică la grilajele cu $k+1$ repetiții, fiecare variantă întîlnește fiecare din celelalte variante *de două ori și anume* o dată în același *bloc* și o dată în aceeași coloană (adică există pentru fiecare bloc, cîte o coloană cu exact aceleași variante).

Așezarea la întîmplare a parcelelor se realizează prin randomizarea separată a blocurilor și a coloanelor incomplete din planul de bază (fig. 2.6).

Analiza statistică permite eliminarea nu numai a diferențelor sistematice de sol dintre blocuri, ci și a unei părți a diferențelor de sol din interiorul blocurilor incomplete, și anume aceea datorită diferențelor sistematice între coloanele incomplete.

Grilajele patrate reprezintă așezarea ideală în experimentarea soiurilor sau a liniilor în curs de ameliorare. Ele își gă-

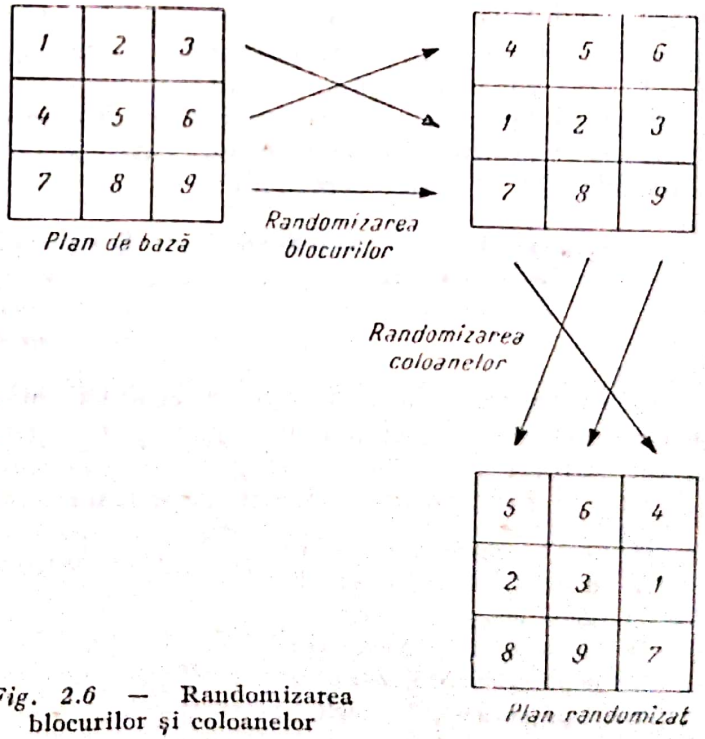


Fig. 2.6 — Randomizarea blocurilor și coloanelor

Tabelul 2.1

Caracteristicile grilajelor patrate

Numărul total al variantelor*	16	25	49	64	81	121	169
Numărul variantelor dintr-un bloc (k)	4	5	7	8	9	11	13
Numărul repetițiilor (n)	5	3	4	9	5	6	7

* Experiențele cu 9 variante se lasă mai ușor calculate în grilajele balansate decît în grilajele patrate. Alcătuirea de grilaje patrate cu 36 și 100 variante nu este posibilă.

sesc însă aplicare, oriunde trebuie experimentat cu exactitate un număr mai mare de variante.

2.6. AȘEZAREA ÎN BLOCURI RANDOMIZATE PENTRU EXPERIENȚE POLIFACTORIALE

Așezarea în blocuri randomizate este cea mai simplă metodă de așezare pentru experiențele polifactoriale. Parcelele cuprinzînd graduările factorilor experimentați se așază una lîngă alta, randomizat liber, eventual cu excepția primei repetiții, în care variantele pot fi dispuse sistematic.

Ca exemplu citățm o experiență cu 3 soiuri de grîu de toamnă (*București 1*, *Bezostaia 1* și *Triumph*) așezate după două plante premergătoare (mazăre și porumb). Se studiază, deci, în această experiență doi factori: planta premergătoare și soiul, la primul factor avînd două graduări, iar la al doilea factor trei graduări. O astfel de experiență se numește o experiență bifactorială de tipul 2×3, care va avea deci 6 variante.

Notînd factorii cu litere mari și graduările cu litere mici, fiecare din graduări fiind însoțite spre a fi recunoscută, de un indice, vom avea următoarea nomenclatură a acestei experiențe:

A. (factorul planta premergătoare)
a_1 = după mazăre
a_2 = după porumb

B. (factorul soi)
b_1 = Bucureşti 1
b_2 = Bezostaia 1
b_3 = Triumph

La întocmirea planului experienței se obișnuiește pentru simplificare să nu se mai scrie literele, ci numai cifrele, prima cifră reprezentînd graduarea primului factor (*A*), a doua cifră graduarea factorului al doilea (*B*) ș.a.m.d.

Schema experimentală pentru experiența citată mai sus va fi deci:

11 = după mazăre, Bucureşti 1;
12 = după mazăre, Bezostaia 1;
13 = după mazăre, Triumph;
21 = după porumb, Bucureşti 1;
22 = după porumb, Bezostaia 1;
23 = după porumb, Triumph.

Scanned with OKEN Scanner

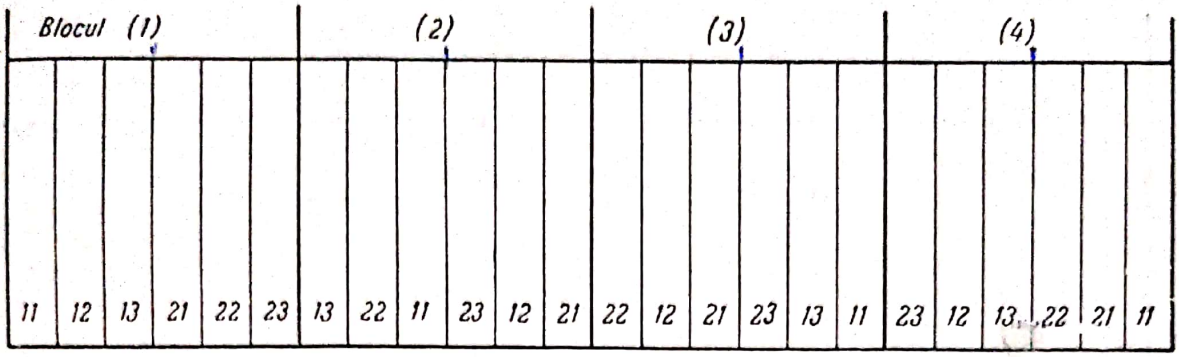


Fig. 2.7 — Planul unei experiențe bifactoriale cu trei graduări:
prima cifră — **planta premergătoare,** ***a doua*** — **soiul**

La așezarea în blocuri, planul acestei experiențe bifactoriale de tipul 2×3 va fi cel din fig. 2.7.

Spre a da un exemplu de experiență trifactorială vom adăuga la experiența de mai sus al treilea factor *C* și anume îngrășămintele în patru graduări, și anume: O, N, P și NP. Avem de-a face deci cu o experiență trifactorială, de formula 2×3×4, a cărei schemă experimentală este următoarea:

A	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*
1	1	1	1	2	3	2	1	1	2	2	3
1	1	2	1	2	4	2	1	2	2	2	4
1	1	3	1	3	1	2	1	3	2	3	1
1	1	4	1	3	2	2	1	4	2	3	2
1	2	1	1	3	3	2	2	1	2	3	3
1	2	2	1	3	4	2	2	2	2	3	4

Această experiență trifactorială de tipul 2×3×4 va putea fi așezată ca în fig. 2.8, unde fiecare bloc cuprinde cele 24 variante așezate pe două rînduri pentru a nu se abate prea mult de la forma patrată.

Ca și la experiențele monofactoriale, așezarea în blocuri randomizate este recomandabilă pentru experiențe cu un număr mic de variante.

2.7. AȘEZAREA ÎN PATRAT LATIN PENTRU EXPERIENȚE POLIFACTORIALE

Patratul latin este indicat de asemenea pentru experiențele polifactoriale avînd, față de așezarea în blocuri, avantajul unui control mai complet asupra erorilor sistematice.

Experiența de tipul 2×3 pe care am așezat-o după metoda blocurilor randomizate în fig. 2.7 poate fi așezată în patrat latin așa cum este reprezentată în fig. 2.9.

Blocul (1)												Blocul (2)												(3)
211	212	213	214	221	222	223	224	231	232	233	234	223	131	214	224	133	213	112	231	124	234	123	212	ş.a.m.d.
111	112	113	114	121	122	123	124	131	132	133	134	113	111	222	221	114	211	121	134	232	132	233	122	ş.a.m.d.

Fig. 2.8 — Planul unei experienţe trifactoriale 2× 3× 4:
prima cifră — **planta premergătoare,** ***a doua*** — **soiul,** ***a treia*** — **îngrăşămintele**

Blocul	Coloana (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(6)	13	22	12	11	23	21
(5)	21	11	22	23	12	13
(4)	22	23	11	13	21	12
(3)	12	21	23	22	13	11
(2)	23	13	21	12	11	22
(1)	11	12	13	21	22	23

Fig. 2.9 — Planul unei experienţe bifactoriale de tipul 2× 3 aşezată în patrat latin

Scanned with OKEN Scanner

Randomizarea parcelelor se realizează prin așezarea la întîmplare a blocurilor și apoi a coloanelor sau prin construirea de noi planuri care să respecte caracteristicile patratului latin (atît blocurile cît și coloanele să constituie repetiții complete).

Patratul latin are marele neajuns că nu poate fi folosit decît în cazul cînd se lucrează cu puține variante.

2.8. AȘEZAREA ÎN DREPTUNGHI LATIN PENTRU EXPERIENȚE POLIFACTORIALE

Așezarea în dreptunghi latin poate fi folosită la executarea experiențelor polifactoriale, permițînd includerea mai multor variante decît patratul latin.

2.9. AȘEZAREA ÎN PARCELE SUBDIVIZATE PENTRU EXPERIENȚE POLIFACTORIALE

Folosirea pentru experiențele polifactoriale a metodelor de așezare prezentate anterior, prezintă uneori dificultăți tehnice legate de aplicarea unora din factori pe parcelele mici, rezultate din randomizarea liberă a variantelor în diferitele repetiții. În acest scop, ca și pentru reducerea erorilor experimentale pentru unii din factori, s-a preconizat metoda parcelelor subdivizate la care combinațiile de factori nu mai sînt liber randomizate ci sînt grupate în toate repetițiile, după unul din factori.

Cu alte cuvinte, acest fel de așezare constă în divizarea parcelelor experimentale mari, în care s-a aplicat un tratament în parcele mai mici, care cuprind graduările celui de-al doilea factor, aceste parcele subdivizîndu-se la rîndul lor spre a cuprinde graduările celui de-al treilea factor ș.a.m.d.

Într-o astfel de experiență se poate urmări influența a trei factori asupra producției, de exemplu la grîul de toamnă: planta premergătoare (2 variante a_1 și a_2), cantitatea de sămînță (3 variante b_1, b_2 și b_3) și soiul (3 soiuri c_1, c_2, c_3); avem așadar de-a face cu o experiență trifactorială de tipul $2\times3\times3$ arătată în fig. 2.10.

După cum se observă, în prima repetiție graduările factorului a pot apare în ordine numerică. De asemenea, pot fi așezate sistematic graduările b la prima graduare a lui a și graduările factorului c la prima graduare a lui b. În continuare însă graduările factorilor se așază randomizat.

Merită să fie relevat faptul că cel mai bine studiat în această experiență este factorul „soi" (c), deoarece factorul soi apare de șase ori într-o singură repetiție; destul de bine studiat este și factorul „cantitatea de sămînță", graduările lui apărînd în fiecare repetiție de două ori; mai puțin bine cercetată este prima acțiune a factorului „planta premergătoare", care apare numai o singură dată într-o repetiție. Această posibilitate variată de a determina diferențele dintre variante impune ca regulă să se aleagă în astfel de experiențe,

Scanned with OKEN Scanner

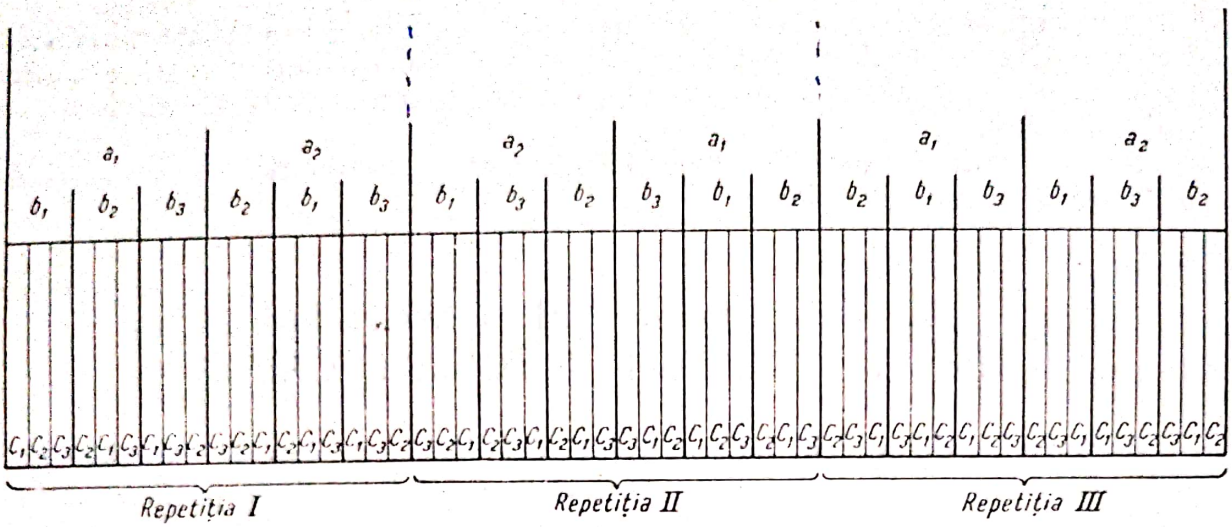


Fig. 2.10 — Planul unei experiențe trifactoriale de tipul 2× 3× 3, așezată în parcele subdivizate

ca factor, care se repetă des (factorul c_1, c_2, c_3 din cele mai mici parcele) pe acela care arată diferențe mici între variante sau pe cel, care are cea mai mare importanță pentru regiune, pe cînd variantelor, care arată deosebiri mai mari sau au o importanță mai mică pentru regiune, să li se rezerve parcelele mai rar repetate (factorii a_1—a_2 și b_1—b_3 din parcelele mai mari).

Spre a folosi și în cazul parcelelor subdivizate avantajele așezării în patrat latin, se recomandă să se așeze în patrat latin unul din factori și anume cel cu mai puține graduări, iar celălalt să fie așezat liniar, distribuit la întîmplare, în patratele din teren, ocupate de graduările primului factor. Astfel, o experiență, prin care se urmărește să se afle capacitatea de producție a șase soiuri de grîu de toamnă, în parcele diferit îngrășate, va avea planul indicat de

Blocul	(1)	(2)	(3)	(4)
	Coloana			
(4)	P 1-6	0 1-6	K 1-6	N 1-6
(3)	K 1-6	P 1-6	N 1-6	0 1-6
(2)	N 1-6	K 1-6	0 1-6	P 1-6
(1)	0 (1 2 3 4 5 6) 1-6	N 1-6	P 1-6	K 1-6

Fig. 2.11 — Planul unei experiențe bifactoriale cu 6 soiuri și 4 îngrășăminte: numai îngrășămintele au o așezare tipică în patrat latin; soiurile sînt așezate liniar în blocuri și, exceptînd prima repetiție, sînt repartizate la întîmplare

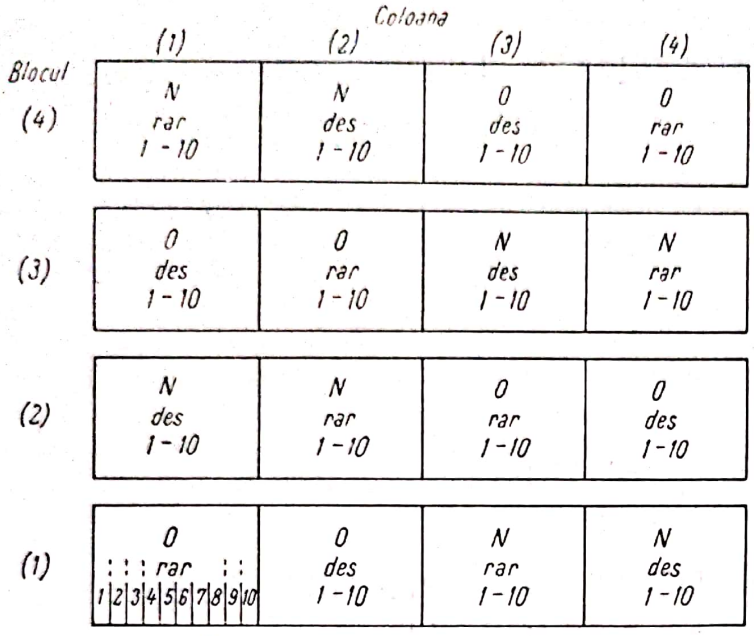


Fig. 2.12 — Experiență trifactorială de tipul 2× 2× 10, cu două distanțe între rînduri, 2 îngrășăminte și 10 soiuri: **soiurile, cu excepția primei repetiții, sînt așezate la întîmplare.**

devăr la o așezare obișnuită, se tratează (se ară, se îngrașă etc.) diferit fiecare parcelă, devenind foarte greoaie schimbarea la fiecare parcelă mai ales a măsurilor, a căror aplicare implică dificultăți, cum este de ex. adîncimea arăturii, soiul, planta premergătoare etc. La metoda parcelelor subdivizate există posibilitatea de a aplica același tratament — și anume cel care se execută mai greu — la mai multe parcele, care se găsesc alăturate. Acest fapt prezintă mari avantaje mai ales pentru experiențele cu metode de lucrare a solului, epoci de semănat, plante premergătoare etc.

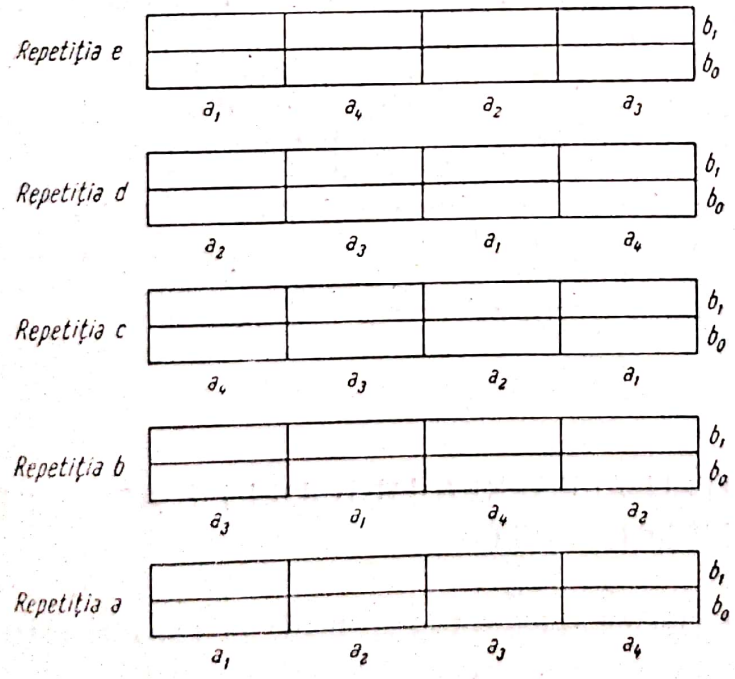


Fig. 2.13 — Metoda parcelelor subdivizate în benzi

În schimb, din cauza subdivizării parcelelor, erorile care afectează pe fiecare din factori nu mai sînt egale, ceea ce implică dificultăți în calcularea și prezentarea rezultatelor.

fig. 2.11. Patratul latin permite de asemenea executarea de experiențe trifactoriale. De exemplu, în experiența citată se pot restrînge îngrășămintele numai la două variante (0 și *N*), introducîndu-se un al treilea factor (epoca de semănat sau distanța între rînduri sau cantitatea de sămînță) (fig. 2.12).

În acest caz, cîte două patrate vor primi aceleași îngrășăminte, variind însă la fiecare patrat epoca de semănat sau distanța sau cantitatea de sămînță.

Metoda parcelelor subdivizate prezintă mari avantaje tehnice; întra-

Scanned with OKEN Scanner

2.10. METODA PARCELELOR SUBDIVIZATE AȘEZATE ÎN BENZI PENTRU EXPERIENȚE POLIFACTORIALE

Această metodă folosită pentru experiențele cu doi factori este o variantă a metodei parcelelor subdivizate, la care factorul secundar nu este randomizat, ci este așezat sistematic constituind benzi perpendiculare pe parcelele ocupate de factorul principal (fig. 2.13). Prezența acestor benzi permite să se aplice diferite metode culturale, îngrășăminte, tratamente fitoprotectoare pe parcele mai mari, ceea ce constituie un prim mare avantaj al acestei metode. Trebuie să subliniem, de asemenea, că metoda parcelelor în benzi evidențiază cu o precizie mai mare interacțiunea dintre factori, aceasta obținîndu-se însă pe seama micșorării preciziei în aprecierea acțiunii fiecăruia din factori.

2.11. ALTE METODE DE AȘEZARE PENTRU EXPERIENȚE POLIFACTORIALE

Metodele de așezare descrise pentru experiențele polifactoriale în celelalte subcapitole cuprind *toate* graduările fiecărei combinații de factori; sînt, deci, experiențe *complete;* așadar fiecare combinație posibilă între factori este reprezentată în fiecare repetiție.

Atunci cînd însă, este necesar să se studieze un număr foarte mare de factori, prezența în experiență a tuturor combinațiilor în toate graduările ar cere introducerea a prea multe variante, mult mai multe, decît ar fi posibil de urmărit. Pentru astfel de cazuri s-au inovat planuri speciale, denumite *polifactoriale fracționale,* în care se urmărește numai o parte din combinațiile posibile de factori. De exemplu, pentru cazurile cînd toți factorii dintr-o experiență sînt prevăzuți în două graduări, s-au elaborat planuri în care sînt prevăzute a fi experimentate numai 1/2 sau chiar numai 1/4 din combinațiile posibile de factori. Cu toată această mare reducere a numărului combinațiilor, pot totuși să fie estimate efectele principale ale factorilor și interacțiunile lor care sînt considerate la planificarea experienței ca cele mai interesante.

Deoarece experiențele polifactoriale fracționale pun probleme deosebite de planificare și valorificare, nu vom insista asupra lor.

2.12. CRITERII PENTRU ALEGEREA METODEI DE AȘEZARE A EXPERIENȚELOR

De alegerea metodei de așezare a experiențelor depinde în cea mai mare parte reușita acestora.

În alegerea celei mai potrivite așezări trebuie să se țină seama de următorii factori:

Scanned with OKEN Scanner

— Numărul variantelor; de exemplu la variante puține se va folosi metoda blocurilor randomizate, precum și patratul latin; dacă, însă, numărul variantelor este mare, se vor folosi grilajele.

— Uniformitatea solului, pe care este așezat cîmpul de experiență; astfel pe solurile neuniforme se vor prefera așezările care permit controlul fertilității solului pe două direcții, cum sînt patratul latin și grilajul patrat.

— Forma terenului, care stă la dispoziție pentru așezarea cîmpului de experiență; de exemplu forma alungită a terenului impune așezarea liniară a repetițiilor.

— Cantitatea de sămînță disponibilă; astfel în culturile comparative de orientare, unde se examinează linii în curs de ameliorare și unde avem cantități mici de sămînță, alegem metode cu mai puține repetiții ca de ex. grilajul patrat balansat cu 25 variante în 3 repetiții.

— Metoda folosită pentru calcularea rezultatelor; pentru fiecare metodă de așezare a parcelelor este posibilă o singură metodă corectă de calculare a rezultatelor.

Dăm în anexa 2 exemple de scheme pentru repartizarea variantelor în diferite feluri de așezări. Ținem să accentuăm că acestea sînt *numai exemple* de așezări și că de aceea este recomandabil ca fiecare experimentator să găsească *pentru fiecare experiență* o altă repartizare a variantelor. Această altă repartizare a variantelor, diferită deci de cea indicată în schemele prezentate, se realizează astfel:

— La metoda blocurilor randomizate, prin randomizarea parcelelor (folosind tabelul anexă 1 sau prin tragerea de bilete).

— La patratul latin sau la dreptunghiul latin, prin randomizarea separată a blocurilor și coloanelor din planurile de bază indicate. Dacă se intenționează ca prima repetiție să-și păstreze așezarea sistematică (ceea ce nu este obligator), atunci se face randomizarea numai între blocuri, schimbîndu-se ordinea lor, cu excepția primului bloc.

Se poate de asemenea să se alcătuiască noi scheme întîmplătoare, care să respecte principiile așezării respective.

— La grilajul patrat se randomizează separat blocurile și coloanele incomplete ale planului de bază la fiecare repetiție în parte, cu excepția primei repetiții, la care așezarea poate rămîne sistematică.

— La grilajul balansat repartizarea întîmplătoare se realizează prin randomizarea blocurilor incomplete între ele și prin randomizarea variantelor în interiorul acestor blocuri.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL

3

MĂSURI GENERALE DE EXECUTARE A EXPERIENȚELOR

3.1. PLANIFICAREA EXPERIENȚELOR

Cîmpul de experiență reprezintă un instrument de cercetare precum și de aplicare și propagare a rezultatelor cercetărilor. Pentru a îndeplini acest rol important și a se putea deduce concluzii substanțiale, pe baza cărora să poată fi lărgite granițele cunoștințelor noastre, experiențele de cîmp trebuie să fie judicios planificate.

Multe rezultate experimentale sînt inutilizabile pentru că s-a dat prea puțină atenție planificării juste a experiențelor și s-a depus prea puțin efort și timp pentru îndeplinirea acestei condiții esențiale de reușită. De aceea, se recomandă ca orice experiență să înceapă prin întocmirea unui plan (noi îl numim *„preliminarele experienței*), care să cuprindă fixarea obiectivelor experienței, stabilirea indicilor experimentali și precizarea metodei de analiză a rezultatelor experimentale.

O rațională planificare a experiențelor ne ajută să înlăturăm erorile sistematice provenite din neuniformitatea solului, ceea ce se realizează prin așezarea randomizată a variantelor în experiență. Însă, cele mai multe din erorile sistematice sînt evitate prin așezarea experiențelor pe terenuri cît mai uniforme în privința solului, reliefului etc.

O bună planificare contribuie substanțial și la reducerea erorilor întîmplătoare, ceea ce se realizează prin introducerea de variante pe cît este posibil mai puține, prin metode de așezare cît mai raționale și prin folosirea experiențelor polifactoriale.

1. FIXAREA OBIECTIVELOR

O experiență are șanse de reușită dacă se stabilește de la început ce se așteaptă de la ea. De aceea are o deosebită importanță formularea precisă a

obiectivelor ce se urmăresc prin experiență, luînd în considerare concluziile ce se așteaptă a se trage din rezultatele experimentale.

Problematica experienței trebuie să fie clară și simplă și anume cu atît mai simplă (cu variante mai puține) cu cît experimentatorul este mai începător, cu cît condițiile de executare a experiențelor sînt mai grele (cum sînt de exemplu experiențele în producție) și cu cît mijloacele sînt mai puține. În schimb, în condiții favorabile, este recomandabil să se planifice experiențe, ale căror concluzii să aibă o mai largă valabilitate, răspunzînd la mai multe probleme fitotehnice în legătură cu cultura plantei respective.

Aici trebuie adăugat că experiențele polifactoriale, permițînd includerea a numeroase variante într-o singură experiență oferă posibilitatea rezolvării mai rapide și mai economice a diferitelor aspecte ale problemelor puse în studiu. Astfel de exemplu la experiențele cu îngrășăminte se poate urmări cum acționează nu numai feluritele îngrășăminte (N, P, K), ci și cantitățile ce trebuie date, precum și adîncimea și felul de încorporare a lor. De asemenea, adîncimea arăturii poate fi studiată în același timp cu adîncimea de aplicare a diferitelor îngrășăminte și cu soiuri variate dotate cu o diferită capacitate de valorificare a dozelor mari de îngrășăminte.

Variantele propuse trebuie să aibă o bună justificare pentru a merita să fie introduse în experiență, menținerea lor fiind îndreptățită numai dacă pot să ofere posibilitatea de a răspunde la întrebările, pe care experiența trebuie să le rezolve.

La fixarea obiectivelor trebuie luată în considerare și zona, în care se vor aplica rezultatele experimentale scontate. Dacă se intenționează ca din experiențele planificate să se tragă concluzii pentru zone mai întinse, este necesar ca ele să se execute în serie, adică în mai multe localități și în mai mulți ani.

II. STABILIREA INDICILOR EXPERIMENTALI

Indicii experimentali trebuie fixați clar pentru fiecare experiență; ei se referă la numărul variantelor, metoda de așezare a experiențelor, numărul repetițiilor, mărimea parcelei experimentale, distanța între rînduri, respectiv și distanța între plante pe rînd, lucrările de îngrijire și tratamentele aplicate, principalele observații, metode de recoltare, măsurătorile, analizele și determinările care trebuie făcute. Indicii experimentali trebuie astfel aleși ca să se obțină rezultate experimentale cu cît mai puține erori sistematice și cu o eroare întîmplătoare cît mai scăzută.

În orice experiență trebuie să fie prezentă și varianta martor (soiul raionat, parcela neîngrășată sau metoda culturală obișnuită) spre a se putea determina superioritatea sau inferioritatea variantelor experimentate.

Stabilirea indicilor experimentali se va face pe baza principiilor fundamentale ale metodicii experimentale: randomizare, experiențe polifactoriale, așezări adecvate ale variantelor, repetiții suficiente și corespunzătoare metodei de așezare adoptate etc.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru a planifica o experiență polifactorială, trebuie mai întîi să întocmim o listă a factorilor posibili a fi incluși în experiența respectivă precum și a graduărilor fiecărui factor; din aceasta va rezulta în consecință numărul variantelor, pe care îl va cuprinde experiența.

În ceea ce privește experiențele cu factori cantitativi Cox (1964) dă următoarele indicații:

Mai întîi se recomandă să facem două graduări spre a aprecia dacă factorul respectiv are sau nu vreun efect apreciabil. Altfel sînt necesare cel puțin trei graduări spre a putea obține datele dorite. Dacă experiența cuprinde factori puțini, experiența poate fi așezată în blocuri și în patrat latin. În experiențele cu factori mai mulți, se recomandă a fi folosită metoda parcelelor subdivizate, așezare care uneori este preferată și pentru motive de tehnică experimentală. Din confruntarea numărului variantelor și a metodei de așezare, se va lua o hotărîre finală asupra planului experienței, cîteodată fiind indicat să se renunțe la unii factori și la unele graduări spre a face experiența mai simplă și mai puțin costisitoare.

Tot pentru definitivarea indicilor experimentali trebuie să stabilim anterior gradul de siguranță a experiențelor, necesar pentru a putea afla diferențe semnificative între variante. Pe baza gradului de siguranță stabilit, se va fixa numărul repetițiilor și metoda cea mai corespunzătoare de așezare a parcelelor.

III. PRECIZAREA METODEI DE ANALIZĂ A REZULTATELOR EXPERIMENTALE

În preliminarele experienței trebuie indicată de asemenea și metoda de analiză a datelor experimentale, metodă care variază după tipul de așezare a variantelor, după durata experienței etc. De asemenea la acest punct al preliminarelor se vor prevedea și corelațiile ce trebuie stabilite, modul de prezentare al rezultatelor (schițe, grafice, tabele etc.).

3.2. PROCURAREA INVENTARULUI NECESAR

Progresele realizate în mecanizarea agriculturii, în general, impun ca și executarea lucrărilor în cîmpul de experiență să țină pas cu timpul, atît pentru a se aplica și în experiențele de cîmp aceleași lucrări ca în cultura mare, cît și pentru a reduce prețul de cost al experiențelor. Astăzi avem posibilitatea de a mecaniza toate lucrările din cîmpul de experiență, de la lucrările de pregătire și îngrășare a terenului, lucrările de semănat și de îngrijire pînă la recoltarea cerealelor păioase și chiar a plantelor prășitoare.

Astfel, în locul vechilor semănători „Saxonia" (cu 7 tuburi la distanța de 14 cm), trase de oameni sau de cal, s-au construit semănători acționate de motor, care ușurează mult executarea semănatului; datorită acestor semănători se pot folosi drumuri mai înguste, între diferitele blocuri.

Lucrările de îngrijire în experiențele cu plante prășitoare se pot executa acum mecanizat folosind freze, ce pot fi adaptate la lățimi diferite de lucru.

Scanned with OKEN Scanner

A fost mult ușurată de asemenea recoltarea cerealelor păioase prin construirea unei combine speciale pentru cîmpurile de experiență (de ex. combina vestgermană „Hege 125" și combina japoneză „Suzuki") care are o lățime mică de lucru și datorită căreia sînt evitate numeroasele lucrări de recoltare (seceratul, legatul în snopi, căratul și treieratul snopilor). Bineînțeles că lățimea recoltabilă a parcelelor va trebui să fie adaptată la lățimea de tăiere a combinei. În comparație cu treieratul din clăi, treieratul cu combina dă o producție de boabe cu 13% mai mare (B e c k e r 1962).

Pînă la introducerea acestora, cîmpurile de experiență ar trebui să-și procure cel puțin:

— secerători cu motor, care permit seceratul la aceeași înălțime, în culturile experimentale (semănate în rînduri apropiate);

— treierătoare de parcele.

În afară de aceste mașini, fiecare cîmp de experiență trebuie dotat cu un inventar minim, care constă din următoarele:

— un echer (pentru a trasa direcții perpendiculare);

— rulete de oțel de 20 și 50 m și fișe de sîrmă; sînt recomandabile ruletele de oțel pentru că durează mai mult și sînt mai exacte; cele de pînză devin neexacte chiar după un an;

— jaloane de lemn alb-roșu cu vîrf armat, acestea fiind absolut necesare pentru marcarea unghiurilor drepte;

— o sîrmă galvanizată lungă de 100 m și de 2 mm diametru, de-a lungul căreia se bat țărușii pentru marcarea lățimii parcelelor;

— sfori sau sîrme lungi cît lungimea parcelelor;

— marcator;

— cîntar mic cu cursor, cu capacitate de 5 kg pentru cîntărirea seminței, cînd se face proba la mașină, precum și pentru cîntărirea producției de boabe a parcelelor;

— cîntar mare cu cursor, cu capacitate de 100 kg pentru cîntărirea snopilor, sfeclelor, cartofilor etc.; sînt potrivite cîntarele de cîmp, cu greutate mobilă, care se pot ușor împacheta și transporta;

— aparat pentru determinarea umidității boabelor sau semințelor;

— mașină și riglă de calcul;

— aparatura meteorologică, constînd cel puțin din pluviometru tip I.M.C., barometru metalic, termometru obișnuit, termometru de maximă și termometru de minimă, precum și o serie de 4 termometre pentru determinarea temperaturii solului la adîncimea de 5, 10, 15 și 20 cm.

Acest inventar minim se mai completează cu balanțe tehnice, vînturători mici, tărgi, coșuri de sîrmă pentru cărat cartofi și sfeclă, precum și cu prelate de diferite mărimi, săculeți și pungi de diferite mărimi, etichete pentru saci și săculeți, țăruși de diferite mărimi, ciocane de lemn cu greutatea de 1 kg pentru bătut țăruși etc.

Din inventarul cîmpului de experiență fac parte și etichetele pentru marcarea parcelelor din cîmp.

Scanned with OKEN Scanner

3.3. ALEGEREA TERENULUI PENTRU CÎMPUL DE EXPERIENȚĂ

Alegerea unui teren pentru cîmpul de experiență reprezintă una din cele mai importante condiții pentru reușita experimentărilor. Terenul destinat experiențelor trebuie să fie reprezentativ, specific și uniform.

Cîmpul de experiență trebuie să fie *reprezentativ* adică este nevoie ca el să fie amplasat în clima, unitatea geomorfologică și pe tipul de sol, caracteristice gospodăriei sau zonei, în care rezultatele experienței urmează a fi aplicate. Pentru aceasta se recomandă, în primul rînd să asigurăm un microclimat favorabil unei vegetații normale, pentru cultura pe care o încercăm. Acest lucru se realizează, în caz că se execută o experiență izolată în producție, plasînd experiența în sola cu planta respectivă din cultura mare; dacă, însă, experiența se execută în stațiuni experimentale, experiența se plasează într-un masiv de experiențe și înmulțiri din aceeași specie.

În al doilea rînd, experiențele de cîmp trebuie să fie așezate în aceeași unitate geomorfologică, în care se găsește gospodăria sau ținutul, pentru care se vor extinde rezultatele cîmpului de experiență; dacă aceasta este, de exemplu, o cîmpie înaltă cu un relief în cea mai mare parte plan, nu se va face eroarea de a se așeza cîmpul de experiență într-o depresiune sau într-o luncă. Din contră, dacă gospodăria sau ținutul sînt așezate în mare parte pe versanți sau în luncă, cîmpul de experiență trebuie să fie instalat pe versanți, respectiv în luncă.

Motivul pentru care se cere ca așezarea cîmpului de experiență să se facă în aceeași unitate geomorfologică, în care este așezată gospodăria sau ținutul pentru care sînt destinate rezultatele experimentale, constă în aceea, că fiecare unitate geomorfologică se deosebește de celelalte printr-un climat local caracteristic, prin alt nivel al apei freatice și adesea prin alte tipuri de sol, care pot varia mult în privința structurii, texturii, fertilității etc.

Aceleași criterii trebuie respectate și în ceea ce privește tipul de sol, cîmpul de experiență trebuind să fie așezat pe tipul de sol zonal, care ocupă cea mai mare parte din suprafața gospodăriei sau a ținutului, care trebuie deservit prin experiențele de cîmp. Dacă de exemplu solul gospodăriei este un cernoziom ciocolatiu, nu se va alege pentru cîmpul de experiență un sol aluvial.

Dacă în gospodăria sau în ținutul respectiv sînt mai multe unități geomorfologice sau mai multe tipuri de sol, care ocupă mari suprafețe de teren, se vor face atîtea cîmpuri de experiență cîte unități geomorfologice principale sînt.

Solul, pe care urmează să fie așezat cîmpul de experiență, trebuie să fie *specific* pentru cultura plantei respective, atît în ceea ce privește textura, cît și în privința grosimii orizonturilor permeabile, adîncimii apei freatice etc. Astfel experiențele cu secară vor fi așezate pe soluri ușoare, pe care le valorifică mai mult decît orice altă plantă; experiențele cu bob vor fi așezate din contră pe soluri grele; la lucernă, care cere soluri profunde, bogate și alcaline, ar fi o greșeală ca experiențele să fie așezate pe soluri superficiale, sărace și

Scanned with OKEN Scanner

acide sau pe soluri care au straturi de pietriș sau apa freatică aproape de suprafața solului.

Cel mai nimerit ar fi ca să se sape unul sau mai multe profile în apropiere de locul unde se va așeza cîmpul de experiență, studiindu-se însușirile morfologice, reacția și adîncimea efervescenței solului respectiv, luîndu-se și probe pentru determinarea celorlalte însușiri chimice. Cunoașterea conținutului în substanțe nutritive al solului prezintă interes pentru orice experiență de cîmp, dar mai ales pentru experiențele cu îngrășăminte.

Pămîntul cîmpului de experiență trebuie să fie cît mai *uniform* în ceea ce privește relieful și cît mai omogen în ceea ce privește constituția fizică și chimică, umiditatea, temperatura etc., atît în straturile superficiale, cît și în cele profunde.

Cerința în privința uniformității solului trebuie menținută și astăzi cînd există metode perfecționate pentru recunoașterea și eliminarea abaterilor provocate de variațiile fertilității solului. Într-adevăr, diferențele dintre variante sînt mai precis determinate, dacă neuniformitățile solului nu împiedică recunoașterea lor.

În ceea ce privește *uniformitatea reliefului*, toate parcelele experimentale trebuie să aibă o suprafață uniformă, adică la fel de plană sau la fel de înclinată, căci dacă sînt diferențe în privința reliefului, de la o parcelă la alta, atunci poate rezulta o repartizare diferită a apei, a substanțelor nutritive, a luminii și a căldurii. Pe terenurile înclinate parcelele vor fi așezate astfel ca lungimea lor să fie paralelă cu linia de cea mai mare pantă. De asemenea, trebuie dată mare atenție ca în interiorul cîmpului de experiență să nu existe depresiuni sau ridicături și nici bălțoace.

Suprafețele plane sînt în general cele mai potrivite pentru instalarea cîmpului de experiență; totuși în regiunile de deal mici înclinări ale terenului sînt de preferat, deoarece asigură un drenaj potrivit; din contră pantele cu înclinări mai mari trebuie evitate, deoarece pot fi expuse eroziunii și experiențele așezate în aceste condiții vor suferi în consecință pagube.

Terenul cîmpului de experiență este necesar să fie *uniform și în privința subsolului*, care nu trebuie să aibă vine și cuiburi de nisip sau pietriș, o orientare justă în această privință fiindu-ne dată de profilele de sol.

Tot pentru a asigura uniformitatea solului din cîmpul de experiență se mai recomandă următoarele:

— *Terenul să fi primit în anteriorii 3—4 ani aceleași îngrășăminte* și să fi fost semănat, pe toată întinderea lui, cu aceeași plantă și același soi. Neuniformitatea provocată de cultura diferitelor plante în solul unui cîmp de experiență, nu se prelungește de obicei mai mult de un an. Totuși la unele plante, ca de exemplu la lucernă, sparcetă și trifoi, această influență se prelungește chiar 3—4 ani.

La toate lucrările solului și la cele de îngrijire a culturilor, la recoltarea cît și după recoltarea plantelor premergătoare instalării experiențelor de cîmp, se recomandă o permanentă grijă ca pe suprafața destinată cîmpului de experiență să nu se provoace o neuniformizare a solului; astfel de ex. trebuie îndepărtate resturile de plante la porumb, tufele și tuberculii rămași pe loc la cartof, resturile de foi la sfeclă etc.

Scanned with OKEN Scanner

Trebuie de asemenea să se folosească cu prudență, pentru cîmpuri de experiență, suprafețele pe care au fost executate experiențe, în anii anteriori. Cel mai mult neuniformizează terenul experiențele cu irigații și drenaje. De asemenea, experiențele cu îngrășăminte naturale neuniformizează mult solul, fiind nevoie de cel puțin 6 ani de uniformizare ulterioară. Ceva mai puțin neuniformizează terenul experiențele cu îngrășăminte minerale și cu diferite metode de pregătire a terenului (în special cele cu diferite adîncimi ale arăturii); după acestea sînt necesari cel puțin 5 ani de uniformizare. Cel mai puțin neuniformizează terenul experiențele fitotehnice (epoci de semănat, cantități de sămînță, soiuri), după care sînt necesari 2—3 ani de uniformizare.

Durata uniformizării depinde și de planta cultivată în perioada de uniformizare; dacă de exemplu se cultivă plante de mare producție este nevoie de mai puțini ani de uniformizare.

— *Să nu se folosească* în scopuri experimentale *terenurile* ce au primit *în anii anteriori cantități masive de gunoi de grajd și de îngrășăminte minerale sau anumite substanțe (insecticide și erbicide)* a căror acțiune remanentă se prelungește în sol mai mulți ani.

Să fie evitată înglobarea în cîmpul de experiență a fîșiilor de teren, care au servit ca drumuri în anii anteriori, precum și a locurilor, pe care au fost arii, șire de paie, grămezi de gunoi, tîrle etc., deoarece acestea provoacă neuniformități care, durează mai mulți ani.

— *Cîmpul de experiență trebuie să fie îndepărtat la cel puțin 100 m* de pîraie, rîuri, șanțuri, gropi, cariere etc., care ar provoca o infiltrare neobișnuită a apei. Tot astfel cîmpul de experiență trebuie să fie ferit de umbrirea sau adăpostul caselor, gardurilor, copacilor și pomilor, stîlpilor (de telefon, de rețele electrice) și mai ales a plantațiilor și pădurilor etc., îndepărtîndu-l de aceste obstacole la 50—200 m în funcție de înălțimea și densitatea lor.

— *Cîmpul de experiență trebuie să fie ferit de păgubiri* din partea oamenilor și a animalelor domestice sau sălbatice, de viermi și insecte; de aceea cîmpul de experiență se va așeza mai departe de curți, drumuri, respectiv tufișuri, păduri, perdele de protecție etc. Mai ales cîmpurile de experiență cu cereale păioase se vor așeza departe de copaci, pentru a nu avea pagube din cauza păsărilor.

— *Să se evite, pentru așezarea cîmpului de experiență, terenurile îmburuienate, cu cuiburi de pir sau de dăunători.*

Astăzi, cînd se lucrează cu parcele destul de mici, se pot găsi mai ușor terenuri uniforme pentru așezarea cîmpului de experiență. Bineînțeles că nu este vorba aici de uniformitatea absolută a pămîntului, care este imposibil de găsit. Într-adevăr, oricît ar părea de uniform un teren, el cuprinde, cu oricîtă mare grijă ar fi fost ales, totuși numeroase neuniformități, care se datoresc mai multor cauze cum sînt relieful variat, umiditatea diferită, fertilitatea deosebită, tratamentele diferențiate aplicate în anii anteriori (îngrășăminte, plante premergătoare etc.). Deci nu se pune problema de a găsi pentru așezarea cîmpului de experiență soluri foarte uniforme, ci de a găsi soluri cu neuniformități cît mai puține și cît mai mici.

Uniformitatea cîmpului de experiență poate fi determinată prin aprecierea uniformității culturilor timp de doi ani înainte de așezarea cîmpului de expe-

Scanned with OKEN Scanner

rienţă; într-adevăr în dezvoltarea culturilor se oglindesc bine neuniformităţile solului, mai ales în anii secetoşi, cînd se pot estima, după înălţimea şi culoarea deosebită a plantelor, diferenţele de sol, care le-au provocat. Unele plante sînt mai potrivite pentru aprecierea uniformităţii cîmpului de experienţă decît altele. Astfel, cerealele de primăvară arată mai bine diferenţele de pămînt decît cerealele de toamnă; de asemenea, sfecla de zahăr şi trifoiul sînt mai potrivite pentru această estimare prealabilă a uniformităţii terenului decît cartoful şi porumbul; cînepa şi muştarul reacţionează cel mai bine la variaţiile fertilităţii solului, din care cauză sînt folosite ca „plante indicator" pentru aprecierea uniformităţii solului. În general plantele sensibile la secetă arată, în anii secetoşi, mai evident neuniformităţile solului.

Uniformitatea solului din cîmpul de experienţă poate fi determinată şi prin metoda aşa-numitelor „culturi de recunoaştere" (sau „experienţe în gol", „experienţe oarbe"), care constau în cultivarea, în anii anteriori aşezării cîmpului de experienţă, a unei singure plante pe întregul teren destinat a fi folosit pentru executarea experienţelor de cîmp, urmînd ca la recoltare, suprafaţa respectivă să se împartă în parcele egale de 30—50 m² şi să se determine producţia fiecărei parcele în parte. Deoarece toate parcelele au primit aceleaşi lucrări de pregătire, aceeaşi îngrăşare şi au fost semănate cu acelaşi soi şi aceeaşi cantitate de sămînţă, au primit aceleaşi lucrări de îngrijire şi au fost recoltate în acelaşi fel, rezultă că fluctuaţiile recoltelor lor sînt cauzate în cea mai mare parte de neuniformităţile solului. Abaterile de la medie ale producţiei fiecărei parcele, aşa-numiţii „indici de fertilitate", se înscriu într-o hartă; îngrămădirea de semne + sau — în anumite locuri arată că există neuniformităţi ale solului. Alcătuirea unor astfel de hărţi ale solului pe terenurile destinate instalării cîmpurilor de experienţă este foarte indicată.

Din astfel de determinări s-a putut constata că, datorită neuniformităţii solului, producţiile diferitelor parcele pot oscila mult, cele mai productive parcele întrecînd cu pînă la 250% pe cele mai neproductive.

Iuriev şi colab. (1953) arată că la staţiunea experimentală Satilov regiunea Oriol, pe parcele de 91 m², producţia (calculată la hectar) a oscilat între 8,7 q şi 19,9 q.

Experienţele sovietice au arătat că oscilaţiile producţiilor parcelelor nu sînt bruşte, ci treptate, în aşa fel că parcelele cu producţii mari se învecinează cu parcele a căror producţie este destul de apropiată, în timp ce parcelele cu producţii mici sînt grupate în alte părţi.

Metoda experienţelor „în gol" permite să se aprecieze dacă uniformitatea unui teren este suficientă ca să se poată stabili diferenţele mai mici de producţie, care există între linii în curs de ameliorare sau numai diferenţe mari, cum sînt acelea dintre variantele îngrăşate diferit. De asemenea, prin această metodă se pot defalca, din tarlaua mare cercetată, suprafeţe destul de uniforme, în ceea ce priveşte fertilitatea, suprafeţe pe care se vor aşeza culturile comparative, forma şi dimensiunea parcelelor experimentale, precum şi numărul repetiţiilor şi al variantelor, depinzînd de forma şi dimensiunea suprafeţei găsite că are fertilitate aproape uniformă.

Trebuie accentuat că nu este îngăduit ca indicii obţinuţi din experienţele oarbe să fie folosiţi la corectarea rezultatelor experimentale, deoarece neuni-

Scanned with OKEN Scanner

rienţă; într-adevăr în dezvoltarea culturilor se oglindesc bine neuniformităţile solului, mai ales în anii secetoşi, cînd se pot estima, după înălţimea şi culoarea deosebită a plantelor, diferenţele de sol, care le-au provocat. Unele plante sînt mai potrivite pentru aprecierea uniformităţii cîmpului de experienţă decît altele. Astfel, cerealele de primăvară arată mai bine diferenţele de pămînt decît cerealele de toamnă; de asemenea, sfecla de zahăr şi trifoiul sînt mai potrivite pentru această estimare prealabilă a uniformităţii terenului decît cartoful şi porumbul; cînepa şi muştarul reacţionează cel mai bine la variaţiile fertilităţii solului, din care cauză sînt folosite ca „plante indicator" pentru aprecierea uniformităţii solului. În general plantele sensibile la secetă arată, în anii secetoşi, mai evident neuniformităţile solului.

Uniformitatea solului din cîmpul de experienţă poate fi determinată şi prin metoda aşa-numitelor „culturi de recunoaştere" (sau „experienţe în gol", „experienţe oarbe"), care constau în cultivarea, în anii anteriori aşezării cîmpului de experienţă, a unei singure plante pe întregul teren destinat a fi folosit pentru executarea experienţelor de cîmp, urmînd ca la recoltare, suprafaţa respectivă să se împartă în parcele egale de 30—50 m^2 şi să se determine producţia fiecărei parcele în parte. Deoarece toate parcelele au primit aceleaşi lucrări de pregătire, aceeaşi îngrăşare şi au fost semănate cu acelaşi soi şi aceeaşi cantitate de sămînţă, au primit aceleaşi lucrări de îngrijire şi au fost recoltate în acelaşi fel, rezultă că fluctuaţiile recoltelor lor sînt cauzate în cea mai mare parte de neuniformităţile solului. Abaterile de la medie ale producţiei fiecărei parcele, aşa-numiţii „indici de fertilitate", se înscriu într-o hartă; îngrămădirea de semne + sau — în anumite locuri arată că există neuniformităţi ale solului. Alcătuirea unor astfel de hărţi ale solului pe terenurile destinate instalării cîmpurilor de experienţă este foarte indicată.

Din astfel de determinări s-a putut constata că, datorită neuniformităţii solului, producţiile diferitelor parcele pot oscila mult, cele mai productive parcele întrecînd cu pînă la 250% pe cele mai neproductive.

Iuriev şi colab. (1953) arată că la staţiunea experimentală Satilov regiunea Oriol, pe parcele de 91 m^2, producţia (calculată la hectar) a oscilat între 8,7 q şi 19,9 q.

Experienţele sovietice au arătat că oscilaţiile producţiilor parcelelor nu sînt bruşte, ci treptate, în aşa fel că parcelele cu producţii mari se învecinează cu parcele a căror producţie este destul de apropiată, în timp ce parcelele cu producţii mici sînt grupate în alte părţi.

Metoda experienţelor „în gol" permite să se aprecieze dacă uniformitatea unui teren este suficientă ca să se poată stabili diferenţele mai mici de producţie, care există între linii în curs de ameliorare sau numai diferenţe mari, cum sînt acelea dintre variantele îngrăşate diferit. De asemenea, prin această metodă se pot defalca, din tarlaua mare cercetată, suprafeţe destul de uniforme, în ceea ce priveşte fertilitatea, suprafeţe pe care se vor aşeza culturile comparative, forma şi dimensiunea parcelelor experimentale, precum şi numărul repetiţiilor şi al variantelor, depinzînd de forma şi dimensiunea suprafeţei găsite că are fertilitate aproape uniformă.

Trebuie accentuat că nu este îngăduit ca indicii obţinuţi din experienţele oarbe să fie folosiţi la corectarea rezultatelor experimentale, deoarece neuni-

Scanned with OKEN Scanner

formitățile solului se exteriorizează diferit de la un an la altul și de la o cultură la alta.

Metoda «experiențelor oarbe» este indicată a se folosi în stațiunile experimentale, unde este necesar să se cunoască amănunțit uniformitatea tarlalelor, mai ales în anumite cazuri speciale, cum este atunci cînd se intenționează să se execute experiențe de lungă durată.

În caz că există, chiar pe terenul destinat unei culturi comparative, denivelări și alte neuniformități, care pot fi ușor observate se recomandă:

— să se dea atenție deosebită orientării cîmpului de experiență, pentru ca eventualele neuniformități să fie cuprinse la fel în toate parcelele experimentale;

— să se folosească în largă măsură așezarea parcelelor experimentale în blocuri mici, patrate spre a ușura evitarea neuniformităților solului;

— să se evite includerea neuniformităților solului în suprafața recoltabilă a parcelelor experimentale, prin lărgirea drumurilor și fîșiilor eliminabile sau chiar prin așezarea împrăștiată a blocurilor pe teren;

— să se evite neuniformitățile vizibile (mai ales depresiunile) dinăuntrul blocurilor prin intercalarea în locurile în care terenul este neuniform, a uneia sau mai multor «parcele oarbe», în care se plasează o dată sau de mai multe ori, varianta martor; aceste parcele nu se iau în considerație la valorificarea datelor; este condamnabil că unii experimentatori, neștiind să folosească aceste parcele oarbe, pichetează cu ochii închiși cîmpul de experiență și așază adesea parcelele experimentale în depresiuni pronunțate.

O atenție deosebită se va da alegerii terenurilor pentru cîmpurile de experiență pe solurile argiloase, impermeabile, podzolite sau gleizate, evoluate pe smolnițe sau soluri brune de pădure, care ocupă suprafețe întinse în țara noastră. Textura argiloasă și straturile inferioare compacte ale acestor soluri provoacă băltirea apei în perioadele cu precipitații abundente, pe suprafețele plane sau în depresiuni. Pe astfel de terenuri se recomandă să se așeze experiențele numai pe terenuri plane sau cu o ușoară înclinare naturală, care să asigure scurgerea apei. Cum astfel de terenuri se găsesc în suprafețe reduse, este necesar să se limiteze numărul de variante și metoda de așezare la posibilitățile de încadrare a experienței într-un relief uniform. Tot în astfel de condiții se recomandă, mai departe ca lucrările de pregătire a terenului să fie executate în direcția, care asigură scurgerea apei și ca lungimea parcelelor să fie orientată în direcția în care apa poate să se scurgă în mod natural.

3.4. FIXAREA ASOLAMENTULUI

Cîmpul de experiență poate fi ori fix, ocupînd în fiecare an același teren, ori mobil, mutîndu-se în fiecare an pe diferite tarlale ale culturii mari.

Cîmpul fix permite să se găsească mai ușor terenuri, care să îndeplinească condițiile de uniformitate necesare. Într-adevăr este mai ușor să se găsească o dată pentru totdeauna un teren fix, decît să se caute în fiecare an, pe diferite tarlale din cultura mare, suprafețele corespunzătoare. Cîmpul fix permite, de

asemenea, executarea mai rapidă şi în bune condiţii a observaţiilor şi lucrărilor, deoarece el este ales mai în apropierea locuinţei conducătorului cîmpului de experienţă. În sfîrşit, cîmpul de experienţă poate fi mai uşor păzit de păsări, răufăcători etc. În schimb, cîmpul fix are dezavantajul că strică structura solului, din cauza mărunţirii lui excesive, an de an. Acest dezavantaj poate fi înlăturat prin respectarea principiului de a se aplica culturilor din cîmpul de experienţă aceleaşi lucrări ca şi în cultura mare, cu excepţia experienţelor cu metode culturale. De asemenea, merită să citäm ca un dezavantaj al cîmpului fix deosebirea mare între microclima, pe care cîmpul fix o oferă plantelor de pe redusele parcele experimentale în comparaţie cu aceea, pe care planta respectivă o întîlneşte în lanuri mari, încheiate, din cultura mare. Acest dezavantaj poate fi micşorat printr-un asolament potrivit, prin reducerea la minimum posibil a drumurilor, prin introducerea în cîmpul de experienţă a culturilor demonstrative şi înmulţirilor şi prin mărirea suprafeţei benzii de protecţie, cultivate cu planta experimentată.

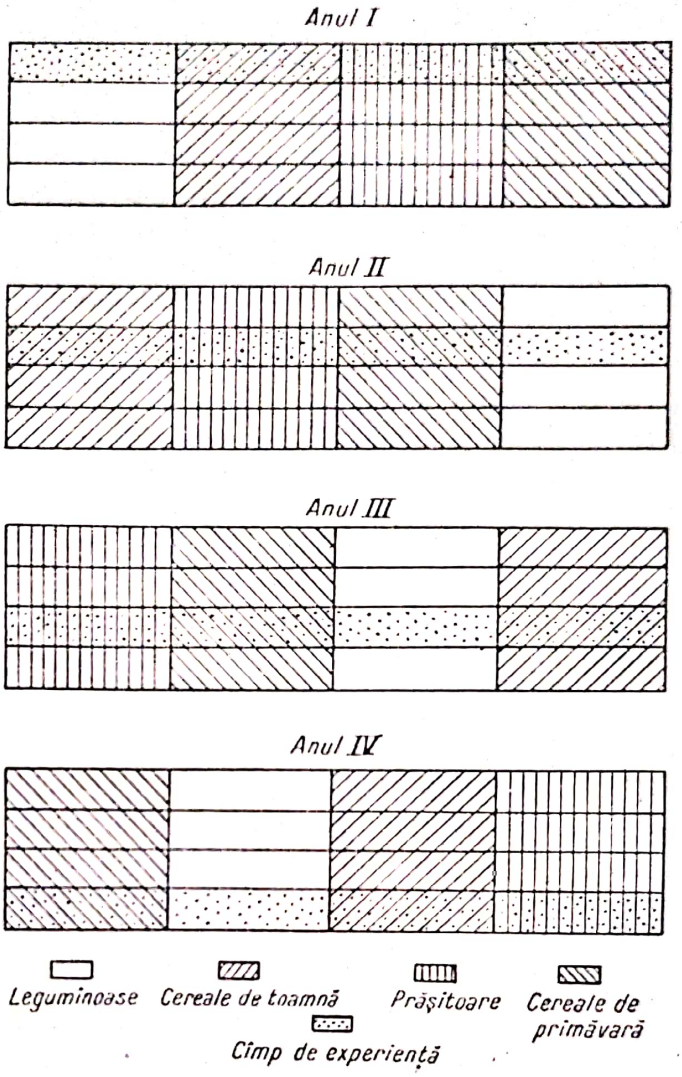


Fig. 3.1 — Schema unui asolament cu experienţe repartizate pe mai multe tarlale

Pentru cîmpuri de experienţă mici, obişnuite în condiţii de producţie, se recomandă ca experienţele să se plasese pe tarlalele din cultura mare, ocupate de plantele cu care, experimentäm. În schimb, în staţiunile

1	2	3	4
Grîu de toamnă	Porumb	Mazăre	Experienţe cu grîu de toamnă şi porumb

Fig. 3.2 — Schema unui asolament cu experienţe concentrate într-o singură tarla

experimentale este preferabilă adoptarea cîmpului fix. În acest caz este nevoie să se întocmească un asolament special, după următoarele norme:

Se prevăd atîtea tarlale mari, egale ca suprafață, cîți ani are asolamentul stabilit. În cazul unui asolament de 4 ani (fig. 3.1), se împarte întreaga suprafață a terenului destinat experiențelor în 4 tarlale. Apoi fiecare din aceste 4 tarlale se împarte în atîtea subtarlale cîți ani de cultură de uniformizare s-a hotărît să urmeze după anul de experiențe, plus una; de exemplu dacă s-a hotărît să se elimine prin 3 ani de culturi de uniformizare diferențele de fertilitate provocate de variante și de prezența drumurilor, tarlaua va fi împărțită în 3+1 subtarlale (deci 4).

Asolamentul adoptat trebuie să fie același sau cît mai apropiat de cel folosit în regiune și trebuie să se bazeze pe principiul ca experiențele cu o plantă agricolă să ocupe în rotație poziția, pe care această plantă o ocupă în asolamentele recomandate pentru regiunea respectivă.

Sistemul de rotație propus poate fi adoptat de stațiunile experimentale, unde se fac experiențe cu toate plantele din asolament; acolo unde, însă, se fac experiențe numai la 1—2 plante, se recomandă, spre a se evita fărîmițarea terenului, să se concentreze toate experiențele într-o singură tarla, în timp ce pe celelalte tarlale se însămînțează culturi de uniformizare. În fig. 3.2 este arătată o astfel de rotație, unde experiențele cu porumb și cu grîu de toamnă urmează după 3 ani de uniformizare (grîu, porumb, mazăre). Spre a ajuta la menținerea fertilității solului porumbul se îngrașă masiv cu gunoi de grajd, acordîndu-se atenție împrăștierii lui cît mai uniforme.

În unele stațiuni experimentale din străinătate se folosește următoarea rotație: 1. Ovăz cu trifoi în cultură ascunsă. 2. Trifoi de la care se ia coasa întîi pentru fîn, iar a doua se încorporează pentru masă verde. 3. Experiențe cu porumb.

3.5. PROCURAREA SĂMÎNȚII

Sămînța se va comanda *din vreme*, spre a se putea executa toate determinările necesare. Deseori sămînța se comandă tîrziu și se întîrzie semănatul uneori peste epoca optimă, introducîndu-se în experiență condiții anormale, ce fac îndoielnice rezultatele experimentale.

Ea trebuie să posede o înaltă valoare culturală și să aparțină unei trepte de înmulțire, ce-i dau posibilitate ca însușirile caracteristice soiului să poată să se evidențieze. La cartofi trebuie să adăugăm în plus că materialul de plantat să aibă o bună proveniență, adică să fi fost cultivat în zone prielnice producerii de tuberculi sănătoși, lipsiți de viroze.

Pentru experiențele cu îngrășăminte și cu metode culturale se va comanda sămînța din soiul, respectiv soiurile raionate în zona dată.

Cantitatea, care se va comanda la plantele care se seamănă cu mașina, va fi cu circa 500—1 000 g mai mare decît necesarul de semănat, în funcție de mașina de semănat, fiind nevoie să rămînă în cutia mașinii o rezervă de sămînță, care să asigure alimentarea normală a distribuitorului pînă la ultima suprafață de semănat.

Scanned with OKEN Scanner

3.6. PREGĂTIREA TERENULUI

Lucrările de pregătire a terenului se vor executa după aceleaşi criterii ca şi în cultura mare, însă cu o grijă deosebită pentru a asigura în toate parcelele experienţei *condiţii uniforme* de germinare a seminţelor şi de creştere şi dezvoltare a plantelor. Bineînţeles că se exceptează experienţele speciale agrotehnice, unde se urmăresc efectele diferitelor metode de pregătire a solului. Şanţurile formate cu prilejul aratului nu vor fi incluse în cîmpul de experienţă.

Pentru executarea arăturilor în cîmpurile de experienţă, cel mai indicat este să se folosească pluguri reversibile deoarece acestea nu produc denivelări.

Orice lucrare de pregătire a solului trebuie executată în timpul cel mai scurt spre a nu fi întreruptă din cauza schimbării vremii.

Deoarece culturile de toamnă cer un pămînt aşezat se recomandă ca aratul să se facă neapărat mult înaintea semănatului (cu 2—3 săptămîni). Pentru toate experienţele la culturile de primăvară, arăturile se vor executa încă din toamnă.

Lucrările cu cultivatorul şi cu grapa se vor executa alternativ oblic şi perpendicular pe direcţia arăturii, în scopul de a se obţine o mare uniformizare a patului germinativ. Cu acest prilej, însă, se va evita mărunţirea excesivă a solului, lucrare care poate influenţa nefavorabil rezultatele experimentale; suprafaţa solului nu trebuie să rămînă în urma lucrărilor de pregătire a solului, însă, nici bulgăroasă spre a nu face dificilă executarea unui semănat normal. Ca linie generală se recomandă în această privinţă ca patul germinativ să fie pregătit diferit, după cerinţele fiecărei plante.

La toate lucrările de pregătire a terenului se recomandă să nu se întoarcă uneltele (plugul, tăvălugul, grapa etc.) în interiorul cîmpului ocupat de parcelele experimentale, ci în afara lui, spre a se evita să se producă neuniformităţi ale solului.

Pe solurile argiloase, impermeabile, podzolite sau gleizate, în caz că terenul este plan şi scurgerea apei nu este asigurată în mod natural, se va folosi sistemul de arătură la „cormană", direcţia brazdelor fiind îndreptată în direcţia în care se poate asigura scurgerea apei în exces. În felul acesta se realizează un bun drenaj de suprafaţă. Natural că, în acest caz, pichetajul trebuie efectuat înainte de executarea arăturii.

Pentru că, prin repetarea an de an a acestui sistem de arătură ar putea deveni şi mai pronunţată învălurarea terenului, este bine ca arătura să se execute într-un an „la mijloc" (la cultura grîului), iar în cel de-al doilea an „la margine" (la cultura porumbului) păstrîndu-se pichetajul iniţial.

Parcelele se ară două cîte două pe o lăţime de 8 m, urmînd ca jumătatea din stînga (4 m) să fie ocupată de o variantă, iar cea din dreapta de altă variantă, care se ară împreună, după sistemul indicat mai sus.

Este necesar ca lăţimea parcelelor să fie de 4 m, această lăţime asigurînd pe de o parte executarea unei arături bune, iar pe de altă parte, permiţînd efectuarea unor eliminări laterale ocazionate de sistemul de arătură.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru îndepărtarea influenței produsă de șanțurile marginale, unde plantele rămîn mai mici și de coamele de la mijloc, pe care plantele se dezvoltă mai viguros, este nevoie să se facă eliminări marginale de cîte 50 cm la plantele păioase și 100 cm la prășitoare, la fiecare parcelă. Se recoltează astfel numai partea din mijloc a parcelei, care reprezintă media cîmpului plan, în care scurgerea apei a fost asigurată.

În cazul experiențelor cu soiuri de cereale păioase, cantitățile mici de sămînță de care dispunem nu ne permit să organizăm culturi comparative în care parcelele să aibă lățimea de 4 m ci numai de 1 sau 2 m; astfel de culturi comparative se așază pe terenuri cu o înclinație naturală mică, se pichetează în mod obișnuit, pe terenul dinainte arat, uniform, fără coame și șanțuri. Înainte de semănat se trasează cu sapa mici șănțulețe marginale, la fiecare parcelă, inclusiv peste drumuri, în așa fel ca scurgerea apei să fie asigurată în continuare la parcelele care sînt așezate cap în cap.

După semănat se refac șanțurile stricate cu ocazia semănatului, asigurîndu-se continuitatea lor și peste drumuri.

La culturile comparative cu hibrizi sau soiuri de plante prășitoare este suficient ca terenul lucrat uniform în toamnă să prezinte o mică înclinare naturală, care să asigure scurgerea apei în exces.

Sistemul de organizare a experiențelor pe terenurile expuse băltirii apei, arătat mai sus, în care se propune folosirea formelor de relief cu înclinații naturale mici, nu se referă la terenurile în pantă, ci la *terenurile plane.*

Pentru terenurile în pantă se organizează experiențe speciale, culturile efectuîndu-se pe terase special amenajate, pe fîșii sau în benzi.

3.7. AȘEZAREA PE TEREN A EXPERIENȚEI

Pentru fiecare experiență se va întocmi un *plan individual amănunțit* cu indicarea fiecărei parcele experimentale precum și a perdelelor. Dacă cîmpul de experiență cuprinde o singură experiență, planul va prevedea și banda de protecție.

Dacă sînt mai multe experiențe în cîmp, se va întocmi în plus un *plan general de situație,* în care va fi indicată așezarea diferitelor experiențe, cu dimensiunile lor totale, fără însă a se arăta amănuntele despre variante și parcele experimentale. Pe acest plan se va însemna cu o săgeată direcția nordică spre a se ușura orientarea.

Pe baza planului individual se trece la așezarea pe teren a experienței, operație pentru care este nevoie să se construiască unghiuri drepte și să se fixeze prin țăruși limitele parcelelor.

Pentru construirea de unghiuri drepte pe teren se folosesc trei procedee:

Procedeul 1. Se bazează pe teorema lui Pitagora, după care la un triunghi dreptunghi patratul ipotenuzei este egal cu suma patratelor celor două catete: $c^2=a^2+b^2$. Se introduc în această formulă cifre, care să corespundă ecuației. Aceste cifre pot fi: $a=3$, $b=4$ și $c=5$ (sau un multiplu de 3,4 și 5).

Pe teren se procedează astfel (fig. 3.3): pe dreapta 1—2 se ia punctul *A* din care se măsoară spre stînga sau spre dreapta lui o distanță de 3 m, obținînd punctul *B*. Cu panglica sau cu o sfoară fixată în punctul *A* ca centru și cu o rază de 4 m se descrie un arc de cerc a. Apoi fixînd panglica sau sfoara în punctul *B* se descrie arcul de cerc *b* cu raza de 5 m. La intersecția celor două arce se determină punctul *C*, care se unește cu punctul *A*, obținînd astfel perpendiculara *AC* pe dreapta 1—2.

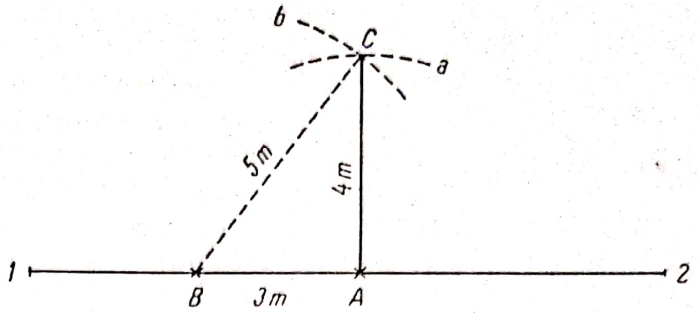


Fig. 3.3 — Construirea unui unghi drept prin procedeul 1

Procedeul 2. Cu ajutorul unei sfori lungi de circa 10 m, la capetele căreia sînt fixați 2 țăruși, se poate construi pe teren un unghi drept, astfel (fig. 3.4).

Din punctul *A* de pe dreapta 1—2 se măsoară două segmente egale $\overline{CA}=\overline{AD}$; din punctele *C* și *D* ca centre, se construiesc două arce de cerc cu raza egală cu distanța *C—D*. La intersecția celor două arce se determină punctul *B*, care se unește cu punctul *A*, obținînd astfel perpendiculara *AB* pe dreapta 1—2.

Procedeul 3 bazat pe folosirea echerelor. Cel mai folosit este echerul cu două oglinzi care fiind ieftin, practic, ușor de manipulat și ușor accesibil, este cel mai răspîndit.

După ce s-au fixat dimensiunile generale ale întregii experiențe, se începe delimitarea parcelelor (pichetarea), după elementele experimentale indicate la capitolul experiențelor cu șoiuri pentru fiecare cultură.

Pentru măsurători se dau următoarele indicații:

1. Să se prefere țărușii cu muchii (nu rotunzi) și să se măsoare întotdeauna din aceeași parte a țărușului și anume din partea exterioară, adică dinspre marginea experienței, respectiv dinspre drum.

2. Să se folosească fișe de fier, cu care se va fixa ruleta la punctul de plecare (punctul zero).

3. Distanțele mici, cum sînt de ex. dimensiunile parcelelor experimentale și ale drumurilor, care se găsesc pe aceeași dreaptă, se vor măsura nu fiecare izolat, schimbînd deci, de fiecare dată punctul 0, ci în continuare, atît cît ajunge panglica.

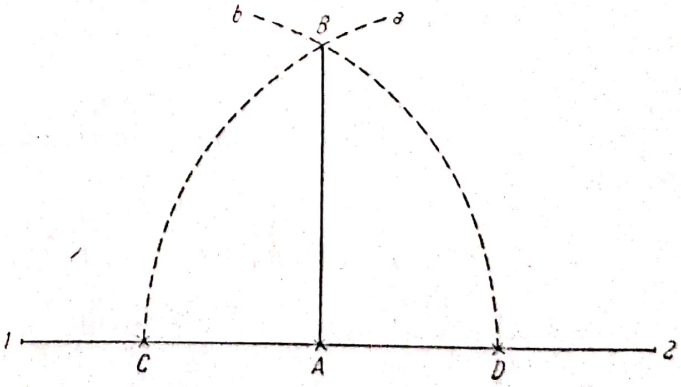


Fig. 3.4 — Construirea unui unghi drept prin procedeul 2

Scanned with OKEN Scanner

4. Panglica trebuie să fie bine întinsă, să stea drept, nu răsucită, fixînd la nevoie panglica cu ajutorul fișelor.

Pentru ca toate parcelele să cuprindă la fel neregularitățile inevitabile ale arăturii, se recomandă ca lungimea parcelelor experimentale să fie așezată perpendicular pe direcția arăturii. Se exceptează de la această regulă experiențele de pe solurile argiloase, impermeabile, podzolite sau gleizate, unde parcelele se vor așeza cu lungimea în sensul arăturii, care se va efectua în direcția scurgerii apei, de la primul la ultimul bloc al experienței, peste toate parcelele, care vin cap la cap, inclusiv peste drumuri. În acest mod, brazdele marginale dintre parcele, arate la cormană, colectează apa în exces de pe ele. De asemenea arătura se face în lungul parcelelor, la experiențele cu diferite feluri de arături, cu diferite plante premergătoare etc.

3.8. ETICHETAREA EXPERIENȚELOR

Notarea observațiilor de vegetație este ușurată prin etichetarea experiențelor, aceasta avînd în plus și avantajul că ușurează explicațiile cu ocazia vizitelor ce se fac în cîmpul de experiență.

Pentru identificarea variantelor, respectiv parcelelor, s-au dovedit ca cele mai bune etichetele de lemn, care se vopsesc cu culoare albă și se scriu cu negru. Unii preferă, însă, etichetele de tablă, fixate pe o vergea de fier, din cauza durabilității lor.

La demonstrațiile și experiențele în producție se folosesc de obicei etichete mai mari, unde se poate scrie citeț numele variantei (soi, tratament etc.). Acestea se folosesc, însă, numai pentru prima repetiție.

Etichetele trebuie așezate totdeauna în același loc pentru toate parcelele, indiferent de drumul de acces în experiențe; de obicei ele se așază în partea stîngă a parcelelor, privită fiind experiența din față.

Etichetarea experiențelor se face pentru culturile de toamnă primăvara de vreme, iar pentru cele de primăvară odată cu semănatul.

Cea mai simplă metodă de marcare este numerotarea curentă a parcelelor de la prima pînă la ultima parcelă, străbătînd tot cîmpul de experiență.

Pentru identificarea așezării pe teren a experiențelor din producție, care din cauza depărtării nu pot fi sub permanenta supraveghere a conducătorului experienței și unde etichetele și țărușii obișnuiți pot dispărea, se recomandă, în caz că nu există puncte de orientare (arbori, pietre de hotar, stîlpi de telefon etc.), cu ajutorul cărora să se găsească locul experienței, să se înfigă adînc în pămînt țăruși mai lungi, complet scufundați sau abia vizibili la suprafața terenului.

3.9. APLICAREA ÎNGRĂȘĂMINTELOR

Exceptînd experiențele cu îngrășăminte, îngrășarea cîmpului de experiență trebuie făcută *cît mai uniform* pe toate parcelele experimentale.

Înainte de a se proceda la aplicarea îngrășămintelor, se vor lua cu mare grijă probe medii de sol pentru a se efectua analiza chimică, care este absolut

Scanned with OKEN Scanner

necesară la experiențele cu îngrășăminte. Probele se vor lua din stratul arabil, cea mai indicată epocă fiind între recoltarea plantei premergătoare și următoarea aplicare a îngrășămintelor pe suprafața cîmpului de experiență (D a v i d e s c u și colab. 1963).

Îngrășămintele minerale, destinate a fi aplicate înaintea aratului sau înaintea semănatului, se vor împrăștia cu o mașină perfecționată de împrăștiat, eventual cu o semănătoare la care s-au îndepărtat brăzdarele; în aceste cazuri mașinile vor fi tractate perpendicular pe direcția planificată a rîndurilor semănate. Îngrășămintele se vor aplica în cantitățile indicate de cerințele solului și plantei respective. Răspîndirea cea mai exactă se face, însă, manual și separat pentru fiecare parcelă experimentală, cantitățile de îngrășăminte fiind cît mai exact măsurate. Pentru a fi împrăștiată cît mai uniform, se recomandă ca doza respectivă să fie împărțită în două părți egale spre a fi răspîndită jumătate de-a lungul brazdelor, iar cealaltă jumătate perpendicular pe direcția brazdelor. De asemenea, se recomandă ca împrăștierea să se facă în zile fără vînt și să fie folosiți la această operație lucrătorii cei mai conștiincioși.

Toate îngrășămintele, care se vor aplica în timpul perioadei de vegetație, se vor cîntări și împrăștia *separat pentru fiecare parcelă experimentală.*

O împrăștiere uniformă, fie mecanică ori manuală, impune ca îngrășămintele minerale să nu prezinte bulgări, din cauza unei depozitări îndelungate; în astfel de cazuri, ele vor fi bine mărunțite înainte de a fi răspîndite.

Gunoiul de grajd, urina și îngrășămintele verzi nu pot fi, decît cu mare greutate, împrăștiate uniform. De aceea se va evita pe cît posibil folosirea directă a acestora în cîmpurile de experiență. Dacă, însă, în unele cazuri (de ex. în experiențele cu îngrășăminte precum și la toate experiențele cu plante prășitoare) se va folosi direct gunoiul de grajd, trebuie ca acesta să provină de la o singură specie de animale, să fie cît mai omogen și bine descompus printr-o pregătire corespunzătoare pe platformă, să fie cît mai bine amestecat înainte de a fi transportat pe teren și apoi cît mai uniform repartizat. O răspîndire mai uniformă a gunoiului de grajd se obține dacă se împarte cîmpul de experiență în patrate egale (de circa 1 000 m^2) și apoi se împrăștie în fiecare patrat o cantitate egală de îngrășămînt, cîntărită cît mai exact. Bineînțeles că o mult mai uniformă răspîndire se obține dacă gunoiul de grajd se cîntărește și se împrăștie pe fiecare parcelă experimentală în parte.

Cu aceeași grijă vor fi răspîndite și îngrășămintele minerale și organice pe tarlalele de uniformizare ale cîmpului de experiență.

După împrăștiere, îngrășămintele se îngroapă la adîncimea cerută de felul îngrășămîntului, de textura solului și de climatul regiunii.

3.10. SEMĂNATUL

Semănatul trebuie executat cu foarte mare grijă, trebuind să se realizeze în parcelele cîmpului de experiență masive de plante cît mai uniforme și normale.

De aceea executarea semănatului se va face:

— *Cît mai exact*, prin folosirea de semănători precise, bine reglate și conduse cu viteză uniformă pe întreaga lungime a parcelei. Semănatul exact depinde și de buna pregătire a terenului.

— *Cît mai atent*, spre a se evita distanțele mai mari între unele rînduri, datorită neexactei așezări a tuburilor semănătorii, sau rîndurile lipsă, datorită înfundării tuburilor.

Distanța între rînduri va fi fixată cu ajutorul unei scînduri speciale, pe care și-o poate confecționa fiecare experimentator și a cărei lungime intră exact între cele două roți ale semănătorii.

— *În aceeași zi* pentru toate parcelele repetiției și toate variantele, cu excepția experiențelor cu epoci de semănat. În orice caz se va planifica astfel semănatul, încît el să nu fie întrerupt de ploaie sau alte cauze.

În aceeași zi cu semănatul variantelor în toate repetițiile, se vor semăna și parcelele protectoare (perdelele), precum și banda de protecție.

— *Cît mai uniform*, astfel încît să se semene același număr de boabe germinabile la metrul patrat, cu excepția soiurilor pentru care sînt date indicații speciale precum și a experiențelor cu cantități de sămînță.

3.11. LUCRĂRI DE ÎNGRIJIRE

Experiențelor li se aplică toate lucrările de îngrijire cerute de fitotehnica plantei respective. Ele au ca țintă distrugerea crustei și a buruienilor și se execută prin grăpat, prășit, plivit etc. În ultimul timp aceste lucrări se execută mecanizat. Dau bune rezultate în cîmpurile de experiență cultivatoarele tractate și frezele. Este recomandabil să se evite prășitul cu tracțiune animală deoarece pagubele provocate de urmele copitelor sînt mari.

Lucrările de îngrijire trebuie executate în așa fel încît:

— să nu provoace goluri prin distrugerea plantelor de către unelte, oameni și animale;

— să evite a produce erori experimentale, cauzate de neuniformitatea executării lor în diferitele parcele; în același scop se recomandă ca fiecare lucrare de îngrijire să fie executată în aceeași zi pentru întreaga cultură comparativă, luînd măsurile speciale ca lucrarea de întreținere respectivă să nu fie întreruptă de ploaie; se exceptează, firește variantele planificate a primi alte tratamente culturale.

Erbicidele și insecticidele vor fi folosite după normele valabile pentru producție.

De dorit ar fi ca lucrările de îngrijire să fie astfel executate, încît pămîntul mișcat să nu fie din nou călcat.

Din lucrările de întreținere a cîmpului de experiență face parte și prășitul drumurilor; de asemenea, evitarea pagubelor cauzate de păsări, lucru care se realizează destul de bine prin înconjurarea cîmpului de experiență cu o bandă de protecție semănată cu un soi mai precoce; de ex. pentru experiențele cu grîu de toamnă se recomandă soiul precoce, nearistat San Pastore. Dau de

Scanned with OKEN Scanner

asemenea, bune rezultate, puștile automate. Dacă, totuși, unele parcele au fost dăunate, se vor face evaluări juste, de care se va ține seama la interpretarea rezultatelor.

3.12. OBSERVAȚII DE VEGETAȚIE

O atenție deosebită trebuie acordată observațiilor de vegetație, care au ca scop, pe de-o parte să documenteze și asupra altor însușiri decît capacitatea de producție a variantelor, iar pe de altă parte să explice rezultatele bune sau rele date de diferitele soiuri și tratamente. Numai pe baza observațiilor de vegetație se poate face o interpretare justă a rezultatelor experimentale.

Aceste observații vor fi notate în carnete speciale și numai cu creionul. Nu se va folosi pentru aceste însemnări nici cerneala și nici creioane chimice.

Carnetul de observații cuprinde în primul rînd planul cîmpului de experiență, care trebuie să fie întocmit atît de precis încît să permită orientarea în cîmp și identificarea oricărei variante, chiar dacă toate etichetele din cîmp ar dispărea, din diferite motive.

În carnetele de observații se notează pe file speciale datele meteorologice, mersul general al vremii în legătură cu principalele faze de vegetație, datele generale ale experienței (altitudinea, expoziția, tipul de sol, rotația, lucrări de pregătirea solului, îngrășăminte etc.). Carnetul cuprinde de asemenea file imprimate cu rubrici speciale în care se notează diferitele observații pentru fiecare parcelă-repetiție a variantelor din experiență.

În cele ce urmează vom indica principiile generale pentru astfel de notări, rămînînd ca la capitolul fiecărei plante să arătăm care sînt observațiile specifice.

Observațiile trebuie făcute:

— *Permanent*, în toată perioada de vegetație, căci pot surveni schimbări neprevăzute datorită reacției variantelor mai ales la diferitele influențe ale climei și solului; nu este admisibil ca experiențele să fie doar semănate și apoi părăsite pînă la recoltare; experiențele trebuie observate și notate cel puțin o dată pe săptămînă.

— *De una și aceeași persoană* de la semănat la recoltare. Dacă este posibil, observațiile de vegetație ar trebui să se facă de două persoane, din care una ar face observațiile, respectiv ar nota, iar cealaltă ar scrie în carnet. În acest caz observațiile ar fi mai obiective, căci cel ce-ar face estimarea nu ar mai fi tentat să răsfoiască carnetul spre a vedea ce notă a dat aceleiași variante în altă repetiție.

— *Prin măsurători directe*, de cîte ori este posibil, deoarece numai astfel reușim să reducem simplele aprecieri, care sînt subiective; pentru aceleași motive vom nota rezistența la ger, la cădere și la boli în procente și numai după aceea le vom transforma în note.

Notele date vor varia între 1 pînă la 9, unde 1 înseamnă foarte bine, iar nota 9 foarte slab. Se va folosi și nota 0 în toate cazurile cînd nu se poate face nici o apreciere (ceea ce se întîmplă uneori la culturile de toamnă, după iernile fără ger) sau atunci cînd din diferite motive o parcelă nu poate fi luată în considerație.

Scanned with OKEN Scanner

Notarea după scara 1—9 a devenit necesară în vederea introducerii într-un viitor foarte apropiat a fișelor perforate, pentru care nu se mai potrivește scara 1—5.

La aprecierea după noua scară se vor folosi numai note întregi; nu este permis să se dea jumătăți de note (de ex. 2,5 sau 7,5) și nici note de trecere (2—3 sau 7—8). Dacă există îndoieli asupra notei de acordat, se va da nota mai rea.

Se vor face numai notări absolute, iar nu relative; de exemplu dacă nici una din variante nu se impune prin calități excepționale nu i se va acorda nota 1, cu toate că este cea mai bună din variantele existente în experiența respectivă.

Notarea se va face cu mare exactitate și conștiinciozitate; de exemplu măsurătorile se vor face la mai multe plante dintr-o parcelă, iar golurile vor fi stabilite printr-o numărătoare precisă.

La fiecare notare se va scrie și data executării ei.

Următoarele aprecieri sînt aceleași pentru diferitele specii cultivate:

Data răsăritului. Se va nota în ziua cînd 75% din plante au perforat suprafața solului cu cotiledoanele sau vîrful colților, adică atunci cînd rîndurile sînt distinct vizibile.

Aprecierea răsăritului (1—9). Se va nota la 10—12 zile după răsăritul ultimului soi, dîndu-se de exemplu nota 1 dacă răsăritul a fost fără goluri, nota 5 dacă au răsărit 50% din plante și nota 9 dacă nu a răsărit nici o plantă.

Starea culturii înainte de intrarea în iarnă (1—9). Se va nota înainte de intrarea în iarnă, prin aprecierea dezvoltării și densității culturii (numărul de plante la metrul liniar).

Starea culturii la ieșirea din iarnă (1—9). Această apreciere se va repeta dacă alternează frecvent perioade de îngheț și dezgheț.

Pagube în timpul iernii. Se vor aprecia numai în anii cînd există astfel de pagube, dîndu-se de exemplu nota 1 în cazurile cînd nu există nici o pagubă de iernare, nota 5 cînd pagubele se ridică la 50% iar nota 9 cînd cultura a dispărut complet în timpul iernii.

Starea culturii în diferite faze de dezvoltare (1—9). Notele se vor da apreciindu-se ritmul de dezvoltare, vigoarea de creștere, înălțimea plantelor etc. Se va nota de 2—4 ori.

Începutul înspicării, respectiv al apariției inflorescențelor (data).

Înălțimea plantelor (cm). Se va determina înălțimea medie a plantelor din mijlocul lanului, de la suprafața solului pînă la vîrful plantelor, inclusiv aristele. Determinarea se face la încetarea creșterii plantelor.

Densitatea culturii (1—9). Se apreciază după numărul de plante pe o lungime de un metru pe rînd, observația făcîndu-se la același rînd semănat și la aceeași distanță de margine la toate variantele. Aprecierea se face la începutul apariției inflorescențelor (înspicat etc.).

Uniformitatea (1—9). Se va aprecia exclusiv uniformitatea condiționată de puritatea soiului, luîndu-se în considerație în special însușirile morfologice (culoarea și poziția frunzelor, inflorescențelor, respectiv florilor etc.).

Boli și dăunători. Aprecierea se va face de exemplu astfel: nota 0 se va da atunci cînd nu a apărut în întreaga experiență boala sau dăunătorul res-

Scanned with OKEN Scanner

pectiv; nota 1 se va da în caz că în parcela experimentală nu s-a semnalat nici un atac, nota 5 cînd atacul este mijlociu iar nota 9 cînd atacul este foarte puternic.

Pentru majoritatea însuşirilor, notările se vor face cînd fiecare variantă ajunge la aceeaşi fază de vegetaţie. Unele însuşiri, ca de exemplu rezistenţa la geruri fără zăpadă sau rezistenţa la cădere după ploi torenţiale însoţite de vînturi puternice sau de furtună, vor fi notate în aceeaşi zi pentru toate variantele, imediat ce se poate ieşi în cîmp.

Pentru ca observaţiile să fie cît mai juste se recomandă ca, înainte de a pune nota cuvenită fiecărei variante, să se viziteze întreaga cultură comparativă pentru a se forma o idee generală asupra deosebirilor dintre variante, referitor la însuşirea ce se notează. După aceasta se notează fiecare parcelă în parte, făcîndu-se aprecierile numai asupra plantelor din interiorul parcelei, deoarece laturile, reacţionînd la influenţa marginii şi vecinilor, prezintă un aspect, care poate induce în eroare.

Un mijloc preţios pentru completarea observaţiilor de vegetaţie îl constituie desenele şi mai ales fotografiile. Folosirea de etichete mari scrise citeţ precum şi de indicatoare de înălţime ajută ca fotografiile să fie mai expresive.

Notările în cursul perioadei de vegetaţie vor putea fi deosebit de preţioase dacă ele vor fi corelate cu observaţii asupra mersului vremii. Va fi, de exemplu, interesant să se noteze, dacă parcelele diferitelor repetiţii au fost bine acoperite cu zăpadă, dacă seceta a vătămat diferitele variante etc. Aceste observaţii, bine executate, vor constitui un preţios comentar biologic al datelor de la recoltă.

3.13. LUCRĂRI DE RECOLTARE

Cu recoltarea se încheie partea tehnică a unei experienţe. Deoarece lucrările de recoltare pot introduce, în stabilirea productivităţii variantelor, mari erori experimentale, este imperios necesară prezenţa cercetătorului la această operaţie, care trebuie executată sub îndrumarea lui directă.

Recoltarea trebuie planificată şi bine pregătită înainte de executarea ei; fac parte din aceste preocupări confecţionarea etichetelor, procurarea săculeţilor şi sforilor de legat, a coşurilor, respectiv sacilor pentru pus şi cîntărit recolta repetiţiilor etc.

În ultimul timp s-au construit combine, cu ajutorul cărora se poate mecaniza recoltarea experienţelor la mai toate plantele agricole.

Pentru buna reuşită a lucrărilor de recoltare, se recomandă următoarele:

— să se recolteze mai întîi marginile frontale şi perdelele; dacă recoltarea acestora se face manual, recolta lor va fi concentrată pe una din parcele; pentru evitarea influenţei marginii laterale a vecinilor şi a golurilor, se va proceda conform indicaţiilor date la experienţele pentru fiecare cultură;

— o experienţă să fie recoltată într-o singură zi; se exceptează variantele, care sînt întîrziate cu mai mult de 5 zile, ceea ce se întîmplă uneori şi la cerealele păioase, dar mai ales la plantele de nutreţ;

— să se recolteze de preferinţă mai devreme decît prea tîrziu, mai ales experienţele cu leguminoase de boabe, la care pericolul de scuturare este mare;

Scanned with OKEN Scanner

— să se recolteze pe vreme uscată spre a se evita pierderi ulterioare, datorită manipulării snopilor etc. în scopul uscării recoltei; recoltarea pe vreme uscată este necesară chiar la rădăcinoase și tuberculifere spre a se evita deformarea producțiilor datorită pămîntului, care aderă de părțile din sol ale plantelor;

— recoltatul să se facă uniform (de exemplu seceratul la aceeași înălțime a miriștii) și fără pierderi;

— etichetarea trebuie făcută cu mare grijă, oferindu-se garanția că nu se vor face confuzii; astfel, după cum se va specifica la experiențele cu cereale păioase, fiecare snop trebuie să fie etichetat, iar acolo unde se folosesc saci la recoltare, aceștia trebuie să aibă în plus și cîte o etichetă înăuntrul fiecărui sac;

— la cîntărire trebuie să se evite ca vîntul să influențeze determinarea exactă a greutății producției; în acest scop se recomandă să se folosească paravane pentru adăpostirea cîntarelor;

— cîntăritul să se facă la 3 cifre; de ex. 29,5 kg pentru snopii unei parcele de 20 m^2 la grîul de toamnă sau 100 kg pentru producția unei parcele de 20 m^2 la sfecla de zahăr irigată.

3.14. LUAREA PROBELOR

După cîntărirea producției parcelelor se iau probe pentru diferite determinări și analize. Întrucît aceste probe sînt mici și deoarece ele trebuie să corespundă neapărat materialului destinat a fi analizat este bine ca să se ia din *fiecare repetiție* probe la fel de mari. În caz că aceasta nu este posibil, se va lua cîte o probă din 2—3 repetiții, făcîndu-se apoi din acestea o probă medie.

Probele trebuie să fie bine curățate spre a nu conține pămînt, paie, boabe sparte, tuberculi putreziți etc. De asemenea, aceste probe trebuie să fie suficient de uscate pentru ca să nu se strice în timpul transportului sau al unei depozitări îndelungate.

Probele extrase servesc pentru determinarea substanței uscate precum și pentru efectuarea diferitelor analize. Într-adevăr la toate plantele agricole, fie că produsele lor sînt utilizate în alimentația oamenilor și animalelor, fie că reprezintă materie primă pentru diferite industrii, interesează nu numai cantitatea producției, ci și calitatea ei. De aceea la probele extrase se execută diferite determinări, ca de ex. la grîu masa a 1 000 boabe, masa hectolitrică, calitatea glutenului, proba de panificație etc., la floarea-soarelui conținutul de ulei al semințelor, la sfecla de zahăr conținutul de zahăr, la cartof conținutul de amidon etc.

Unele din aceste determinări ca de exemplu conținutul de substanță uscată, masa a 1 000 de boabe, masa hectolitrică, ș.a. se fac chiar de către experimentator, altele sînt trimise la laboratoarele specializate.

Determinarea umidității s-a dovedit necesară; într-adevăr s-a constatat că oricîtă străduință s-ar depune să se recolteze variantele în același grad de maturitate, boabele și semințele vor avea totuși un procent diferit de sub-

Scanned with OKEN Scanner

stanță uscată; această diferență este mică în verile secetoase și mare în verile umede. De asemenea, conținutul de umiditate variază mult dacă soiurile diferă în privința precocității. Calculînd producția tuturor variantelor la același conținut de substanță uscată, clasificarea acestora poate fi cu totul alta, decît dacă nu s-ar fi ținut seama de conținutul de umiditate.

Mărimea probelor variază mult în funcție de specia cultivată și anume între 500 g și 10 kg.

Epoca luării probelor variază de asemenea; astfel la speciile, care se cultivă pentru boabe, respectiv semințe, probele se iau imediat după treieratul parcelelor; în schimb la plantele furajere, care se recoltează pentru masa verde, cele mai bune probe reprezentative se iau „imediat" înainte de recoltare.

Pungile, în care se pun probele, trebuie etichetate cu grijă și mare atenție, scriindu-se pe ele nu numai numărul curent al pungilor trimise pentru analize, ci și numărul parcelei, respectiv parcelelor din care provine proba respectivă.

Probele destinate determinării conținutului de umiditate se pun în borcane de sticlă cu dopul șlefuit și se analizează fie rapid cu aparate speciale (umidometre), ori se usucă în termostate.

Numai unde acest lucru nu este posibil, se vor lua probe și se vor așeza în săculeți de pînză rară și care se vor atîrna spre uscare într-un loc bine aerisit și uscat. După 4—6 săptămîni probele se vor recîntări de mai multe ori pînă ce ajung la o greutate constantă. Acest procedeu este, însă, mai puțin exact.

Amănunte asupra luării probelor sînt indicate în anexa 3.

3.15. RECTIFICAREA PRODUCȚIEI PARCELELOR EXPERIMENTALE

Producțiile parcelelor experimentale sînt frecvent deformate, între altele — de prezența golurilor precum și de conținutul diferit de umiditate a variantelor. De aceea, înainte de a supune analizei statistice datele de producție obținute prin cîntărirea recoltelor parcelelor experimentale, trebuie să le „curățim" de aceste influențe deformatoare.

1. CORECTAREA DIFERENȚELOR DE DENSITATE

Oricîtă grijă s-ar depune în executarea experiențelor — prin folosirea unei sămînțe cu indici superiori de germinație și puritate precum și prin efectuarea atentă a semănatului și lucrărilor de îngrijire — nu se poate evita cu totul prezența golurilor.

Pentru eliminarea influenței golurilor se vor folosi procedee diferite, după cum plantele se seamănă în rînduri dese sau în rînduri rare precum și după numărul plantelor care lipsesc.

La plantele care se seamănă în rînduri dese (cereale păioase, leguminoase de boabe, graminee de nutreț și leguminoase de nutreț cu semințe mici) golurile nu vor fi luate în seamă dacă nu depășesc 10%, deoarece s-a constatat că influența golurilor în scăderea producției este compensată prin aceea că plan-

tele vecine golurilor sînt mai productive, datorită vigurozității lor mai mari, înfrățirii, respectiv lăstăririi lor mai puternice, boabelor mai multe și mai grele etc.

Dacă din parcela experimentală lipsesc mai mult de 10%, nu se pot face corectări decît în cazuri rare; astfel dacă o jumătate de parcelă prezintă lipsuri mari (de exemplu din cauză că boabele au căzut la distanțe mari pe rînd, datorită sămînții insuficiente din coșul mașinii), în timp ce cealaltă jumătate prezintă o densitate bună, se poate afla producția justă a variantei respective dacă se recoltează numai jumătatea parcelei cu densitate normală și se face apoi corectarea respectivă.

Este în orice caz, neapărat necesar ca totdeauna să se noteze parcelele cu densități anormale, ceea ce va fi de mare ajutor la interpretarea producțiilor acestor parcele.

Dacă sînt goluri prea multe, producțiile parcelelor se vor estima după formule speciale.

La plantele prășitoare, care se seamănă la distanțe mari, se procedează diferit, după cum golurile sînt în număr mai mic, cînd nu se iau în considerație, sau în număr mai mare cînd se folosesc formule diferite de rectificare, care variază de la o cultură la alta și care se vor indica la experiențele cu soiuri.

II. CORECTAREA DIFERENȚELOR DE UMIDITATE

Variația conținutului de umiditate a boabelor, respectiv a plantelor din diferitele variante constituie o sursă importantă de erori. Ea este mai ales mare la variantele recoltate la epocă diferită și este foarte mare la plantele de nutreț. Determinarea conținutului de umiditate este de asemenea necesară în experiențele cu hibrizi dubli de porumb, a căror perioadă de vegetație diferită face ca procentul de umiditate a boabelor să fluctueze mult.

Pe baza determinării procentului de substanță uscată se recalculează producția parcelelor după formula:

$$\text{Producția corectată} = \text{producția cîntărită} \times \frac{100 - \text{umiditatea determinată}}{100 - \text{umiditatea standard}}$$

La boabele cerealelor păioase recalcularea se face la 86% substanță uscată, la porumb la 84,5%, la semințele (respectiv fructele) plantelor uleioase la 88% etc.

Pentru a ușura calculele în vederea aducerii la același conținut de substanță uscată, se pot folosi coeficienții din anexele 4 a și 4 b.

3.16. METODE DE PERSPECTIVĂ PENTRU ÎNREGISTRAREA DATELOR DIN CÎMP ȘI DIN LABORATOR

Introducerea într-un viitor apropiat a mașinilor electronice de calcul și în experimentările agricole din țara noastră, impune ca munca de cercetare să fie organizată încă de pe acum pentru această eventualitate și în consecință datele din cîmp și din laborator să fie înregistrate pe fișe perforate sau pe benzi de hîrtie.

Scanned with OKEN Scanner

Se disting, după Berry și colab. (1966) trei aspecte în adunarea datelor din cîmpurile experimentale și laboratoarele anexe: codificarea, înregistrarea și prelucrarea.

Codificarea reprezintă stabilirea unităților de măsură, a numărului de zecimale și a treptelor sau grupelor de clasificare, de ex. atunci cînd se apreciază unele caractere ca aroma, culoarea etc.

Din aceste diferite observații, cîntăriri etc. se obțin valori care se numesc *variabile* și care se clasifică după stadiul de prelucrare și după felul cum se apreciază.

Astfel din punct de vedere al stadiului de prelucrare se face distincție între *variabile brute*, care sînt valorile, care rezultă direct din măsurători sau determinări (cum este de ex. producția înregistrată la o parcelă experimentală sau numărul de frunze la o plantă etc.) și *variabile derivate*, care reprezintă rezultatul prelucrării variabilelor brute (cum este de ex. producția *medie* în chintale la ha, procentul de boabe etc.).

Din punct de vedere al felului cum se apreciază, se deosebesc *variabile cantitative*, atunci cînd ele se apreciază obiectiv (greutatea, lungimea, concentrația) și *variabile calitative*, care se referă la prezența sau absența unui caracter (aristarea, rezistența la boli etc.). Totuși nu există o diferență precisă în această problemă; de aceea atunci cînd aprecierea codificată a unei variabile calitative se analizează ca și cum ar fi cantități măsurate, variabila inițial calitativă se tratează ca una cantitativă, în care caz însă limitele claselor trebuie să fie bine precizate. Pentru variabilele cantitative, care se apreciază obiectiv, este important să se stabilească *unitatea de măsură;* astfel se consideră ca cea mai mică unitate, diferența ce poate fi sesizată între două măsurători ale unei variabile. De ex. pentru producția apreciată în kg pînă la o zecimală unitatea de măsură este 0,1 kg. Pentru un material biologic cu o abatere standard de 10%, nu este justificat să se înregistreze mai mult de 3 cifre semnificative.

Înregistrarea datelor se poate face după unul din următoarele trei sisteme (tabelul 3.1):

Tabelul 3.1

Sisteme de înregistrare și prelucrare a datelor
(după Berry și colab. 1966)

Faza	Sistemul		
	(a)	(b)	(c)
1. Înregistrarea primară	Pe hîrtie (foi de observații)		Pe bandă de hîrtie, fișe perforate sau formulare speciale
2. Transferul datelor	Fără, sau pe hîrtie	Pe bandă de hîrtie sau fișe perforate	Fără, sau cu copiere mecanică
3. Tipul de calculare	Creierul uman, mașină de calculat de birou, riglă de calcul	Mașină de calculat electro-mecanică* și (sau) mașină electronică de calcul	

* Utilajul electro-mecanic ajutător pentru calcule cuprinde: mașinile de sortat, de reprodus, tabulatoare etc.

Primul sistem (a) prezintă avantajul că este ieftin, dar este potrivit pentru *un număr limitat de date*. La al doilea sistem (b) înregistrările inițiale sînt mai ușor accesibile și se pot prelucra normal sau mecanic; în schimb cere un control sever la transferul datelor. Al treilea sistem este cel mai mecanizat și elimină complet transferul datelor și controlul și va fi în scurtă vreme unicul sistem de prelucrare a datelor.

Înregistrarea directă pe fișe perforate se face după anumite norme precise în legătură cu codificarea.

P r e l u c r a r e a se referă la calcularea datelor.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL

4

EXECUTAREA EXPERIENȚELOR CU SOIURI

4.1. GENERALITĂȚI

Identificarea celor mai valoroase soiuri, respectiv hibrizi, la plantele agricole, horticole și viticole primează asupra tuturor celorlalte probleme agrofitotehnice, căci de capacitatea soiurilor de a valorifica cele mai bune condiții de îngrășare și de lucrare a solului precum și de irigarea culturilor ce se oferă astăzi, depind marile producții ce se așteaptă. Într-adevăr, transformarea socialistă a agriculturii a creat condiții favorabile de intensivizare a gospodăriilor; se execută astăzi în condiții mai bune decît în trecut lucrările de pregătire a terenului și îngrijire a culturilor; se aplică acum cantități din ce în ce mai mari de îngrășăminte; irigațiile se extind din an în an pe suprafețe tot mai întinse; aceste condiții schimbate cer la toate plantele agricole alte soiuri, care să fie capabile să valorifice mai bine substanțele nutritive și apa ce le stau din belșug la dispoziție.

Pentru aceste motive, culturile comparative cu soiuri și hibrizi sînt cele dintîi cu care trebuie să se înceapă studiul mijloacelor de sporire a producției agricole. Într-adevăr astăzi se cunoaște în linii generale necesarul de îngrășăminte al diferitelor plante și tipuri de sol și tot astfel se știe ce lucrări de pregătire a solului și de îngrijire a culturilor trebuie să se dea diferitelor plante. În aceste condiții considerate ca optime de lucrare și îngrășare a solului trebuie executate experiențele cu soiuri, pentru a identifica pe cele mai valoroase 3—4, care prin productivitate și alte însușiri fundamentale se reliefează ca cele mai valoroase. Numai după aceea se vor executa cu aceste 3—4 soiuri experiențe polifactoriale cu îngrășăminte, metode culturale spre a găsi atît pe cel mai valoros dintre soiurile de perspectivă, cît și pentru a cunoaște în amănunțime condițiile, în care acesta dă cele mai mari producții.

Experiențele cu soiuri indică pentru fiecare zonă pedoclimatic diferită soiurile care dau producțiile cele mai mari, cele mai sigure și de cea mai bună calitate. De asemenea, aceste experiențe ajută prin rezultatele lor la întocmirea hărților de raionare a soiurilor pentru fiecare plantă agricolă; totodată ele contribuie la studiul soiurilor, obținîndu-se informații prețioase asupra principalelor lor însușiri fiziologice și morfologice și variabilității acestora în condiții diferite de mediu.

Țara noastră se caracterizează prin zone foarte diferite în privința climei și solului. Deosebiri mari se găsesc, însă, și între diferitele microzone. Pentru aceste condiții deosebite trebuie alese soiuri diferite, din variatele și numeroasele soiuri existente în țară și străinătate, căci trebuie să se cultive cele mai valoroase soiuri indiferent unde au fost ele create.

Procurarea celui mai valoros soi, ca și a celui mai nevaloros necesită aceleași cheltuieli; de aceea orice gospodărie trebuie să cultive acele soiuri, care s-au evidențiat prin experimentări că sînt capabile să dea producțiile cele mai mari, mai sigure și mai de calitate.

Pentru a putea răspunde sarcinilor mari, ce stau în față, experiențele cu soiuri trebuie să fie mai larg cuprinzătoare, mai bogate în informații, mai exacte și mai de durată.

Astfel, ele trebuie să cuprindă un număr mare de soiuri, atît din cele create în țară cît și din cele obținute în alte țări situate în zone asemănătoare. Numai astfel se va putea oferi producției soiul cel mai valoros la nivel mondial.

Experiențele cu soiuri trebuie să poată da cît mai multe informații asupra variatelor însușiri ale soiurilor studiate; astfel mai înainte se alegeau soiurile aproape exclusiv după criteriile marilor producții, pe care le asigurau. Acum se cere experiențelor cu soiuri să dea informații și asupra altor însușiri ca lungimea perioadei de vegetație, calitatea produselor obținute și mai ales rezistența la boli și calamități, aceste ultime caracteristici asigurînd constanța producțiilor an de an, care astăzi interesează poate mai mult decît recorduri de producție obținute numai în unii ani.

Azi experiențele cu soiuri trebuie să devină din ce în ce mai exacte, spre a putea determina chiar diferențele mici care deosebesc soiurile noi de cele vechi.

Culturile comparative cu soiuri trebuie să se execute permanent, deoarece în fiecare an se dau în cultură noi soiuri valoroase, creații ale stațiunilor de ameliorare din țară și din străinătate.

Experiențele cu soiuri trebuie să se execute cel puțin trei ani pentru a putea să fie cunoscută eroarea anuală, cauzată de fluctuațiile vremii diverșilor ani experimentali. Pentru aceasta este însă nevoie ca în întregul ciclu experimental experiențele să fie executate în aceleași condiții de cultură (epoci de semănat, cantități de sămînță, lucrări de îngrijire, îngrășăminte aplicate etc.), deoarece soiurile reacționează mult la condițiile de cultură ce li se oferă.

Dat fiind interesul stațiunilor de ameliorare de a se începe cît mai timpuriu examinarea productivității, atît la soiurile trimise spre încercare în cîmpurile de experiență din țară, cît și la liniile ale căror însușiri se studiază în propriul lor cîmp de experiență, la culturile comparative cu soiuri și cu linii sînt folosite parcele mici, care necesită cantități reduse de sămînță.

Scanned with OKEN Scanner

Sămînța folosită în experiențele cu soiuri trebuie, spre a avea garanția autenticității, să provină direct de la stațiunea experimentală agricolă, care a creat soiul, respectiv hibridul de experimentat.

Se recomandă ca sămînța destinată culturilor comparative cu soiuri să se trateze contra bolilor (mălura la grîu, tăciunele la ovăz, tăciunele îmbrăcat la orz etc.). Dacă nu s-ar trata sămînța, soiurile ar fi expuse la pericolul infecțiunii în măsură neegală și deci s-ar obține rezultate experimentale neconcludente. Este drept că tratînd sămînța nu se va putea constata sensibilitatea soiurilor la aceste boli; această însușire poate fi însă mult mai ușor stabilită prin infecții artificiale, care se execută în experiențe speciale anume destinate acestui scop.

Gruparea soiurilor în experiențe separate este necesară la anumite plante, în special la porumb, sfecla de zahăr și cartof, la care nu pot fi puse în comparație producțiile soiurilor prea diferite în privința lungimii perioadei de vegetație.

Rotația adoptată în cîmpul de experiență va fi cea obișnuită în regiune, plantele experimentate trebuind să urmeze după premergătoarele folosite frecvent în gospodăriile din regiune.

Îngrășămintele (de bază, la semănat și pe faze de vegetație) se vor aplica pe diferitele tipuri de sol, după cerințele fiecărei specii și în cantitățile ce se vor folosi în viitor la extinderea în producție a soiurilor.

Mult mai nimerit este ca să se studieze productivitatea și alte însușiri ale soiurilor în experiențe polifactoriale (cu soiuri și îngrășăminte), numai astfel putîndu-se identifica soiurile capabile să valorifice cel mai bine îngrășămintele.

Îngrășămintele se vor aplica uniform pe toate parcelele cu ajutorul unei mașini de împrăștiat. În lipsa unei astfel de mașini, îngrășămintele se vor împrăștia după indicațiile date în subcapitolul 3.9.

Lucrările solului (de pregătire a terenului și de întreținere a culturilor) vor fi cele indicate pentru clima și solul respectiv. Este important ca toate lucrările să se execute uniform (în același fel și în același timp) și ca uneltele și mașinile să fie întoarse întotdeauna numai pe drumuri.

Ultima lucrare a solului, care se va face după marcarea (pichetarea) experienței se va executa cu un extirpator sau cu prășitoarea *aplicată în ziua semănatului* și la adîncimea de semănat a plantei respective. Lucrarea aceasta, executată chiar în ziua semănatului s-a dovedit deosebit de folositoare, împiedicînd buruienile să răsară înaintea culturii experimentate. Este o greșală mare să se folosească la executarea acestei lucrări hotărîtoare pentru răsăritul și dezvoltarea plantelor numai grăpatul, mai ales dacă înaintea executării lui a căzut vreo ploaie și s-a format și crustă.

Atunci cînd se seamănă plante la distanțe mari și trebuie să fie folosit marcatorul, se va tăvălugi suprafața de semănat, pentru a putea distinge mai bine urmele marcatorului.

Planul unei experiențe se va întocmi pe baza următorilor parametri: numărul soiurilor, metoda de așezare a parcelelor, numărul repetițiilor, suprafața semănată și recoltată a parcelelor, distanța între rînduri (la prășitoare și distanța între plante pe rînd), lungimea și lățimea recoltată a parcelelor. Planul experiențelor va indica și dimensiunile parcelelor și benzii de protecție.

Experiența va fi așezată astfel pe teren încît direcția rîndurilor să vină perpendicular pe brazdele trase de plug; se exceptează experiențele pe solurile argiloase impermeabile (vezi 3.6).

În legătură cu semănatul experiențelor cu soiuri, trebuie relevate două probleme deosebit de importante și anume, epoca și densitatea semănatului.

În ceea ce privește *epoca de semănat*, experiențele și practica din producție au arătat că în timp ce plantele de toamnă dau cele mai mari și sigure producții cu cît sînt semănate mai aproape de sfîrșitul perioadei optime, plantele de primăvară dau, de obicei, producții cu atît mai mari cu cît sînt semănate mai aproape de începutul perioadei optime pentru ele. Deoarece însă, există și la plantele de toamnă și la cele de primăvară mari deosebiri în ceea ce privește sensibilitatea lor la căldură și la lungimea zilei, se recomandă, spre a avea rezultate concludente, ori să se execute experiențe paralele, adică la cîteva epoci diferite de semănat, ori să se repete una și aceeași experiență cu soiuri o perioadă mai lungă de ani, spre a prinde condiții diferite de vreme. Cum de obicei trebuie să se obțină în termen cît mai scurt rezultatele utile, este necesar să se studieze soiurile în experiențe paralele.

Densitatea semănatului în experiențele cu soiuri prezintă, de asemenea aspecte interesante, deoarece s-a constatat că fiecare soi cere o densitate diferită; astfel se cunoaște de exemplu, că hibrizii timpurii de porumb se seamănă cu densități mai mari decît cei tardivi. De aceea, se impune executarea de experiențe polifactoriale cu soiuri și densități de semănat.

S a l m o n și colab. (1964) recomandă ca în experiențe să se semene cu o densitate mai mare decît cea recomandată pentru producție. Într-adevăr, se știe că, cu cît cantitatea de sămînță folosită este mai mare, cu atît cresc, de obicei, și producțiile pînă la un anumit punct, apoi se mențin cîtva timp la nivelul cel mai ridicat și după aceea, la cantități excesive, descresc așa cum arată fig. 4.1. În practica agricolă nu se folosesc densitățile, care dau și cele mai mari producții, deoarece surplusul de producție nu acoperă surplusul de sămînță cerut. În experiențe, însă, unde costul sămînții nu merită a fi luat în considerare, se recomandă a se folosi densități mai mari de sămînță, deoarece astfel se compensează devierile de la densitatea așteptată, provocate de diferențele dintre soiuri. Procedînd astfel, adică semănînd mai des, eroarea va fi în consecință mai mică, decît dacă s-ar folosi cantități mai mici de sămînță.

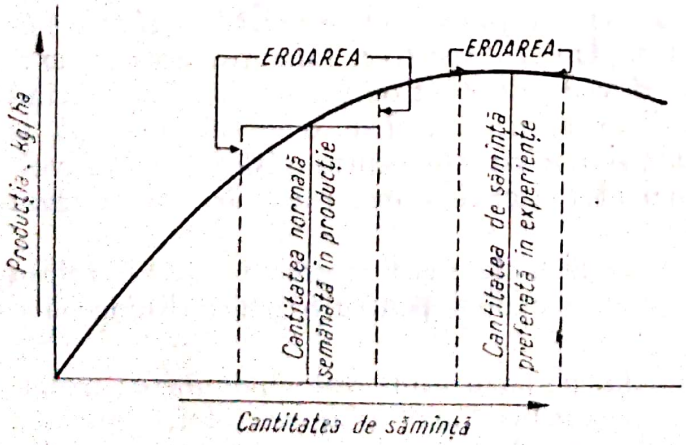


Fig. 4.1 — O reprezentare diagramatică a erorii în experiențele cu soiuri datorită diferenței în cantitățile de sămînță (după Salmon)

La toate experiențele care se seamănă în rînduri apropiate sau mijlociu depărtate, se vor delimita după răsărit, fîșii late de obicei de un metru la ambele capete ale fiecărui rînd.

Această delimitare se face atît pentru a uşura, la recoltare, îndepărtarea marginii frontale, cît şi pentru ca plantele din această fîşie eliminabilă să servească la executarea diferitelor determinări şi analize.

Celelalte lucrări de executat în cîmpul de experienţă sînt indicate la subcapitolul fiecărei specii de cultură.

4.2. CEREALE PĂIOASE

Lucrările pentru executarea culturilor comparative cu soiuri de cereale păioase se pot împărţi în patru grupe şi anume:

1. Lucrări pregătitoare
2. Semănatul
3. Lucrări în timpul perioadei de vegetaţie
4. Lucrări de recoltare

Lucrările pregătitoare. Cuprind întocmirea planului experimental şi a carnetului de observaţii, procurarea şi tratarea seminţei, calcularea cantităţii de sămînţă, proba la maşina de semănat şi parcelarea cîmpului de experienţă.

Planul experimental se alcătuieşte pe baza parametrilor experienţei; să luăm ca exemplu pentru o experienţă de orientare cu soiuri de grîu de toamnă următorii parametri, presupunînd că se foloseşte o maşină de semănat Saxonia, care are 7 tuburi distanţate la 14 cm (deci o lăţime de lucru de 0,98 m) şi că se experimentează 25 de soiuri într-un grilaj patrat balansat 5×5, în trei repetiţii.

Parametrii parcelei experimentale

Suprafaţa semănată	27,44 m² (14 m×1,96 m)
Suprafaţa recoltată	20 m²
Lungimea semănată	14 m *
Lungimea recoltată	11,90 m **
Lăţimea semănată	1,96 m (14 rînduri×14 cm)
Lăţimea recoltată	1,68 m ***
Distanţa între rînduri	14 cm
Numărul rîndurilor	14

Din suprafaţa semănată a unei parcele (27,44 m²) se scad următoarele suprafeţe (fig. 4.2):

a) *a b c d + e f g h*, prin eliminarea la recoltare a cîte unui rînd la fiecare margine lungă a parcelei; se elimină, deci, două rînduri, la 14 cm depărtare între rînduri ceea ce face o lăţime de 28 cm; înmulţind această lăţime cu 14 m, care reprezintă lungimea rîndurilor semănate, rezultă suprafaţa de 3,92 m²;

b) *b i j e + l c h m*, care reprezintă suprafaţa eliminată înainte de recoltare la cele două margini frontale, adică cîte o lăţime de 1,05 m la fiecare capăt al parcelei; deci 2,10×1,68 = =3,52 m²;

* Rezultă din adăugarea, la lungimea parcelei recoltate, de 2×1,05 şi care reprezintă lăţimea fîşiei frontale, ce se elimină la recoltare.

** Se află împărţind suprafaţa recoltată prin lăţimea recoltată.

*** Rezultă din 12 rînduri×14 cm, deoarece se elimină cîte un rînd la fiecare margine lungă a parcelei.

Scanned with OKEN Scanner

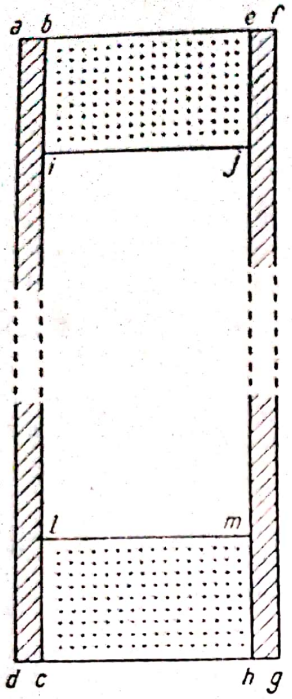


Fig. 4.2 — Suprafața unei parcele experimentale la cerealele păioase

Așadar parcela va avea o suprafață recoltată de 27,44 m²—(3,92+3,52)=27,44—7,44=20 m².

Lățimea unui bloc = 5 (soiuri) × 2,10 m = 10,5 m. Cei 2,10 m provin din lățimea semănată a parcelei (1,96), la care se adaugă 14 cm, adică jumătate din intervalul, care separă parcelele experimentale una de alta.

— Lățimea a 3 blocuri plus 2 perdele =

= (3×10,5)+(2×2,10)=35,7;

— Lățimea a 3 blocuri plus 2 perdele plus 2 drumuri a 3 m lățime=35,7+6=41,7 m;

— Lungimea unei repetiții =

= 5 (blocuri)×14 m+6 (drumuri)×3 m=88 m;

— Lățimea benzii de protecție = 10 m.

Trebuie reamintit că suprafața recoltată a unei parcele poate să scadă pînă la 10 m², mărime a parcelei folosită în stațiunile de ameliorare.

După cum s-a arătat, la marcarea culturii comparative se va da parcelelor o lățime de 2,10 m adică 1,96 lățimea de fapt semănată, plus 14 cm, interval care se lasă pentru cărarea care separă parcelele; cum fiecare parcelă are o lățime de 2,10 m, va rezulta între parcele o cărare separatoare de 28 cm. Această cărare se va obține prin aranjarea roții din stînga mașinii astfel, ca mijlocul șinii să fie la 14 cm de primul tub. Celelalte tuburi se așază apoi la distanța de 14 cm, urmînd ca ultimul din dreapta să fie la o jumătate de interval de mijlocul șinii de la roata din dreapta (7 cm în cazul cînd între tuburi sînt 14 cm).

Pentru a fixa tuburile și roțile mașinii se va folosi o scîndură, pe care sînt însemnate exact distanțele dorite; această scîndură se va așeza sub roțile și tuburile mașinii. Se vor desface apoi tuburile și roata stîngă și se vor așeza fiecare pe semnul respectiv de pe scîndură. După această operație ele se vor fixa din nou cît se poate de bine, ca să nu se miște în timpul semănatului.

Așezarea tuburilor și roților se vede din fig. 4.3, care redă lățimea unei parcele. Într-adevăr dacă *ab* și *cd* sînt cele două laturi lungi ale unei parcele, iar *ad* reprezintă lățimea parcelei, atunci mașina de semănat va fi condusă la ducere cu roata stîngă în șănțulețele trasate pe latura *ab*, în sensul indicat de săgeată, iar la întoarcere tot cu roata stîngă, în șănțulețele trasate pe latura *cd*.

Carnetul de observații se întocmește imediat după alcătuirea planului experimental, ținîndu-se seama de numărul soiurilor din experiență; în carnet se notează datele generale, indicate în capitolul generalități. Apoi după întocmirea carnetului, toate datele privind experiența se vor nota în rubricile respective, specificîndu-se și toate lucrările de pregătirea terenului, îngrășămintele aplicate etc.

Procurarea seminței se va face direct de la stațiunile de ameliorare sau de la centrala experimentală, care procură sămînța pentru toate cîmpurile de experiență.

Cantitatea de sămînță necesară va fi diferită, depinzînd de mărimea mașinii de semănat, de care se dispune; la semănătorile mici, speciale pentru cîmpurile de experiență, cantitatea minimă necesară este la grîul de toamnă de 3,470 kg, socotită (pe baza a 220 kg/ha, care este necesară la soiurile cu boabe mari) astfel:

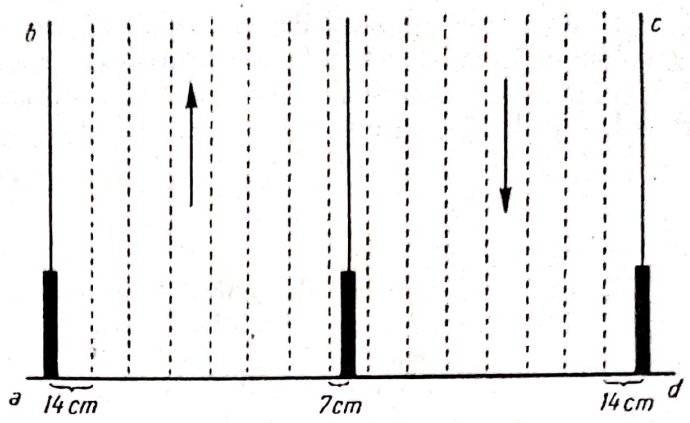


Fig. 4.3 — Aranjarea semănătorii

— sămînța necesară pentru 110 m² (4 repetiții × 27,5 m²) = 2,420 kg;
— rezerva de sămînță în mașină (7 tuburi × 150 g) = 1,050 kg;
3,470 kg

Luînd în seamă inevitabilele pierderi de sămînță, se comandă totdeauna cîte 5 kg din fiecare soi.

Dacă se seamănă cu semănători cu mai multe rînduri, necesarul de sămînță este mai mare, deoarece rezerva de sămînță, care rămîne în mașină trebuie să fie mai mare.

Juriev (1953) recomandă să se calculeze ca rezervă în mașină cîte 100—150 g pentru fiecare tub al semănătorii, deoarece numai astfel se va realiza o repartiție uniformă a semințelor, în special în ultimele repetiții.

Din sămînța sosită se cîntăresc din fiecare soi, cantitățile exacte socotite ca necesare, incluzînd cantitatea de rezervă, care trebuie să rămînă în mașină, spre a asigura o uniformă aprovizionare a tuburilor pe tot parcursul mașinii. Sămînța astfel cîntărită se pune în saci etichetați, preferabil cu etichete de lemn, pe care se înscrie numele experienței și numele soiului; eticheta se leagă de sfoara cu care se leagă sacul; în plus pentru siguranță se va introduce și în sac o etichetă de lemn sau de carton cu aceeași inscripție.

Calcularea cantității de sămînță trebuie făcută pentru fiecare soi, în funcție de puritate, masa a 1 000 de boabe și capacitatea germinativă.

Mai întîi se determină puritatea, la o probă medie de 50 g; se consideră semințe pure toate boabele, care pot da naștere la germeni normali.

Determinarea masei a 1 000 de boabe se execută cîntărind de două ori cîte 500 de boabe, cu o balanță de precizie.

Capacitatea germinativă se află punînd să germineze 4 probe de cîte 100 de boabe luate fără alegere din semințele pure; germinarea se face în farfurii, pe hîrtie sugativă umedă sau pe nisip umezit, la temperatura obișnuită a camerei (20°). Farfuriile trebuie să fie acoperite cu capace. Numărarea boabelor încolțite se va face după 7 zile.

Scanned with OKEN Scanner

Rezultatele determinărilor se înscriu într-un tabel. Cantitatea de sămînță se calculează, plecînd de la densitatea de boabe germinabile găsită ca optimă prin experiențe anterioare sau obișnuită în regiune; cantitatea de sămînță se calculează după formula:

$$C/\text{ha} = \frac{D \times M \times 100}{P \times G}$$

unde

C/ha reprezintă cantitatea de sămînță la ha (în kg);

D — densitatea boabelor la metru pătrat, recomandată de C.S.A. pentru soiurile raionate sau de S.E.A. pentru liniile noi;

M — masa a 1 000 de boabe (în g) a fiecărui soi;

P — puritatea fiecărui soi;

G — capacitatea germinativă a fiecărui soi.

Acolo unde nu se cunoaște cea mai potrivită densitate a boabelor, se recomandă să se execute experiențe polifactoriale cu soiuri, densități și eventual îngrășăminte.

Pentru executarea cu bune rezultate a *probei la mașină* se recomandă următoarele:

a) Cantitatea de sămînță, care se pune în mașină, trebuie să fie tot așa de mare cît va fi mai tîrziu la executarea semănatului experienței.

b) Proba la mașină se face prin determinarea cantității de sămînță care trebuie să cadă pentru 100 m^2. Prima diviziune a indicatorului, la care se începe proba, se fixează după tabelul de semănat, cu care este dotată fiecare semănătoare. După prima probă, se va schimba indicatorul la altă diviziune spre a curge mai multă sau mai puțină sămînță, după abaterea constatată. Această probă se va repeta de atîtea ori pînă ce cantitatea de sămînță cursă din mașină va coincide cu cantitatea calculată pentru 100 m^2. Așezarea justă o dată găsită, se va controla prin încă o probă, pentru mai multă siguranță. Proba la mașină este ușurată prin folosirea unei manivele, care ne dispensează de ridicarea mașinii pe capră.

Proba la mașină trebuie repetată cu fiecare soi în parte, chiar dacă se seamănă aceeași cantitate în greutate din fiecare soi, deoarece cantitatea de sămînță căzută din diferitele soiuri variază în funcție de forma bobului și constituția (asperitatea) cojii bobului.

Bineînțeles că toate probele privind determinarea cantității de sămînță (determinarea masei a 1 000 de boabe și a capacității germinative, precum și proba la mașină) se fac cu sămînță condiționată (curățită și sortată). După proba la mașină, se va face tratarea sămînții cu fungicide, după normele în vigoare.

Parcelarea cîmpului de experiență în vederea așezării culturii comparative pe teren se va face ca în exemplul următor:

Se fixează punctele A și B (fig. 4.4) la 41,7 m distanță (adică 3 blocuri$\times$ $\times$10,5+2 perdele$\times$2,10), plus 2 drumuri a 3 m, măsurînd foarte exact. Apoi din punctele A și B se ridică, folosind metodele indicate în subcapitolul 3.7, cîte o perpendiculară spre C și D, pe care se măsoară distanțele de 88 m; pe aceste laturi se marchează lungimea parcelelor și drumurile. Apoi se întinde

Scanned with OKEN Scanner

o sfoară sau o sîrmă, paralel cu latura *AB* și de-a lungul ei se marchează cu țăruși capetele parcelelor pentru fiecare grup de 3 blocuri.

Pentru ca în timpul semănatului să nu se încalce suprafața parcelelor vecine, se vor trasa, cu ajutorul sforii sau sîrmei, șănțulețe pe ambele laturi lungi ale parcelelor. În aceste șănțulețe va călca roata stîngă a semănătorii și la dus și la întors.

Semănatul. Adîncimea semănatului va fi cea dictată de textura și umiditatea solului în momentul semănatului. De aceea mașina de semănat trebuie să fie echipată cu un număr suficient de greutăți de rezervă spre a fi folosite la caz de nevoie. Se va avea grijă ca adîncimea semănatului să fie aceeași la toate tuburile și aceeași pentru toate soiurile.

Distribuirea la întîmplare a variantelor a făcut mai dificilă trecerea de la o repetiție la alta; pentru a ușura orientarea se vor așeza etichete mari, distinct vizibile, la laturile frontale ale diferitelor parcele-repetiții, la semănatul fiecărei variante, imediat înaintea semănatului fiecărui soi.

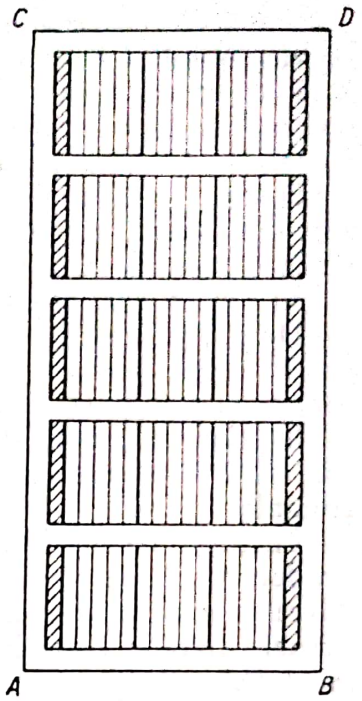


Fig. 4.4 — Parcelarea cîmpului de experiență pentru cerealele păioase

Săculeții cu sămînța diferitelor soiuri se așază înaintea repetiției cu care se începe semănatul variantei respective.

Pentru exersarea lucrătorilor și înlăturarea eventualelor defecte ale semănătorii, se vor semăna mai întîi perdelele și banda de protecție, apoi soiurile, în ordinea stabilită. Se va semăna mai întîi primul soi în toate repetițiile, mașina conducîndu-se după șănțulețele, care încadrează parcelele. După ce se seamănă ultima repetiție a primului soi, se golește restul seminței în sacul respectiv, curățînd bine mașina. Apoi se trece la semănarea celui de-al doilea soi, în care scop se face schimbarea corespunzătoare a dispozitivului de distribuire a seminței și se toarnă în cutia mașinii sămînța celui de-al doilea soi.

Deoarece sămînța nu cade în pămînt imediat, la pornirea mașinii, și deci pentru a evita „ferestrele" (locurile goale, nesemănate la începutul parcelelor), se recomandă să se înceapă semănatul cu circa 70 cm *înainte* de intrarea în parcelă. La semănatul primei repetiții a fiecărui soi se merge pe drumul dintre blocuri, înainte de a intra în parcelă, cu mașina angrenată pînă cînd încep să curgă primele boabe, spre a da posibilitate seminței nou puse în cutia semănătorii să pătrundă prin distribuitor pînă la tuburi. Tot pentru a evita ferestrele, se recomandă să se semene la ieșirea din parcelă 0,5 m peste marginea parcelei. Prima mașină se conduce pe latura stîngă a parcelei. Nu este permis să se treacă cu mașina peste alte parcele experimentale, deoarece din cauza zdruncinăturilor cade sămînța în timpul transportului mașinii, chiar dacă aceasta este neangrenată.

Scanned with OKEN Scanner

După ce s-a semănat și ultimul soi, se va cîntări sămînța rămasă neîncorporată în sol și pe care am golit-o din mașină în săculeți; greutatea determinată se va nota în carnetul de observații spre a avea o idee aproximativă asupra greutății efectiv semănate. De fapt, însă, greutățile determinate sînt numai orientative, deoarece sămînța cade nu numai pe parcela, ce trebuie semănată, ci și pe drumuri, atît înainte de a intra pe parcelă și după ce a ieșit din parcelă cît și datorită zdruncinăturilor cînd mașina parcurge distanța de la o repetiție la alta.

În carnetul de observații se va nota de asemenea și data semănatului.

După semănat se va tăvălugi sau (și) se va grăpa, dacă este cazul; *aceste lucrări se vor face totdeauna în direcția rîndurilor,* iar nu perpendicular pe ele, spre a nu transporta boabele și îngrășămintele dintr-o parcelă în alta.

Lucrări în timpul perioadei de vegetație. După răsărit, se întind, după cum s-a recomandat, sîrme pentru a ușura, la recoltare, îndepărtarea marginii frontale.

Lucrările de îngrijire, vor fi cele ce se aplică obișnuit culturii respective în producție. Ele se vor executa cu grijă, uniform și în aceeași zi pentru toate parcelele experimentale. La îngrășarea în timpul perioadei de vegetație, îngrășămintele trebuie cîntărite și răspîndite *separat pentru fiecare parcelă experimentală.*

În timpul perioadei de vegetație, grăpatul și tăvălugitul se vor face de asemenea în direcția rîndurilor, iar uneltele respective se vor întoarce nu înăuntrul parcelei, ci înafara ei, pe drumuri.

Este extrem de important să se țină cultura comparativă curată de buruieni; de asemenea drumurile și cărările separatoare trebuie bine întreținute prin prașile și grăpări.

Etichetarea experienței se va face pentru cerealele de toamnă primăvara devreme, iar pentru cele de primăvară o dată cu semănatul.

Observațiile de vegetație se vor face cu grijă, după indicațiile date în subcapitolul 3.12.

În special se va nota:

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Starea culturii înainte de intrarea în iarnă (1—9).

Starea culturii la desprimăvărare (1—9).

Înfrățitul (1—9). Se stabilește numărul mediu de frați la fiecare soi. Notarea se face la intrarea în iarnă pentru cerealele de toamnă și la începutul formării paiului atît pentru cerealele de toamnă cît și pentru cele de primăvară.

Forma tufei. Se apreciază aspectul, pe care îl prezintă planta în ansamblu (planta întinsă pe pămînt în formă de rozetă, plantă cu frunze semiaplecate, plante cu frunze drepte). Această notare se face numai pentru cerealele de toamnă, la intrarea în iarnă.

Rezistența la ger (1—9). Însușire deosebit de importantă pentru cerealele de toamnă, se apreciază primăvara, după numărul plantelor pierite în timpul iernii sau după gradul de păgubire al plantelor din cauza temperaturilor scăzute. Această apreciere trebuie făcută primăvara cît mai devreme, pentru a se putea observa toate resturile de plante pierite.

Scanned with OKEN Scanner

Rezistența la dezrădăcinare (1—9). Se notează, pentru cerealele de toamnă, gradul de dezrădăcinare al plantelor, în urma alternării înghețului cu dezghețul din cursul iernii. Notarea se face imediat după ieșirea din iarnă.

Data înspicatului. Se notează data cînd la 75% din plante au apărut spicele, respectiv paniculele.

Rezistența la boli și insecte (1—9). Se vor aprecia pagubele produse de bolile criptogamice, insecte etc. La grîu, orz și ovăz se vor număra și îndepărta din experiențe plantele atacate de tăciunele zburător, iar intensitatea atacului va fi exprimată la 100 m^2. De asemenea în caz că apar boli sau insecte mai deosebite se vor lua probe imediat spre a se determina precis ciupercile sau insectele, care au cauzat pieirea plantelor.

Starea culturii după înspicat (1—9).

Rezistența la secetă (1—9). Se vor lua în considerație aspectul general al plantelor, îngălbenirea frunzelor, uscarea spicelor etc.

Rezistența la cădere (1—9).

Înălțimea plantelor. Se notează după înspicat.

Densitatea culturii (1—9). Se notează după înspicat.

Uniformitatea culturii (1—9).

Data maturității în pîrgă.

Data recoltării.

Înlăturarea pericolului păgubirii experienței de către păsări și pregătirea lucrărilor de recoltare, se va face după cum este specificat în subcapitolele 3.11 și 3.13.

Recoltarea. Înainte de a proceda la recoltarea experiențelor trebuie să se constate dacă experiențele sînt reușite și dacă deci merită osteneala de a se recolta și treiera fiecare parcelă în parte. Dacă se constată că unele experiențe în totalitate nu merită a fi valorificate, din cauză că în executarea lor s-au strecurat greșeli, ele se vor recolta la grămadă și deci nu se vor mai considera ca experiențe. Același lucru se va face cu parcelele experimentale, care au fost, de ex. greșit semănate. Aceste parcele eliminate vor fi considerate ca parcele lipsă și producțiile lor vor fi evaluate prin anumite calcule indicate în capitolul special.

Înainte de a începe seceratul se recomandă, în stațiunile experimentale, să se determine numărul spicelor de pe cîte un metru patrat la fiecare repetiție; snopii rezultați se vor introduce în pungi și apoi se vor analiza în laborator componentele producției: numărul spicelor la m^2, numărul boabelor în spic și masa a 1 000 boabe.

După cum s-a indicat în subcapitolul 3.13, recoltarea începe cu eliminarea perdelelor și marginilor frontale ale tuturor parcelelor experimentale și se efectuează la epoca și cu mijloacele arătate. Recoltarea cerealelor trebuie să se facă uniform pentru toate parcelele, respectiv dacă se seceră, această operație trebuie făcută la aceeași înălțime.

În caz că nu se folosește combina de parcele, se recomandă următoarele:

Legatul snopilor trebuie făcut cu sfoară. Ultimul snop nu se leagă pînă nu s-a greblat parcela, pentru ca și paiele greblate să fie legate odată cu ultimul snop.

Scanned with OKEN Scanner

Din fiecare parcelă se va face același număr de snopi, spre a observa ușor eventuala lor dispariție. Se recomandă să se facă snopi mici (5 la parcelele de 20 m²) pentru că aceștia se usucă mai ușor. În regiunile cu vînturi mari, snopii fiecărei parcele se leagă de un par înfipt bine în pămînt.

Pe etichete se va indica numărul culturii comparative respective (în caz că se execută mai multe experiențe), numele soiului și repetiția.

Pentru a se evita amestecurile, clăile cu snopi ale diferitelor parcele vor fi așezate alternativ, cînd la una din laturile înguste ale parcelei, cînd la cealaltă.

Uscatul și treieratul parcelelor experimentale au loc de obicei pe cîmp. În stațiunile experimentale dotate cu șoproane speciale (acestea fiind absolut necesare în clime mai umede), recolta fiecărei parcele experimentale se introduce în saci mari de pînză rară cu dimensiunile de 2,10×1,70 m. Snopii se introduc în saci întîi cu spicele. Trebuie dată atenție strîngerii tuturor spicelor, eventual căzute pe locul de clădire a snopilor și introducerii lor în sac. Sacul trebuie legat și etichetat. Sacii se aduc apoi în șoproane, unde se păstrează pînă la treierat.

Înainte de treierat se cîntăresc snopii fiecărei repetiții spre a se afla greutatea lor, care se înscrie în carnete. Înainte de cîntărire se notează rezistența la scuturare a boabelor și la desprindere a spicelor.

Treieratul este recomandabil să se facă cu treierătoarele speciale pentru cîmpul de experiență, în caz că nu s-a recoltat experiența cu combina de parcele.

La începutul treieratului se recomandă să se treacă prin mașină perdelele (parcelele protectoare), deoarece dacă s-ar trece o parcelă din experiență, s-ar obține o recoltă diminuată, multe boabe rămînînd în golurile din mașină.

În caz că din recolta culturii comparative se va procura sămînța pentru continuarea aceleiași experiențe în anii viitori, mașina de treierat trebuie bine curățită după treierarea fiecărei variante; acesta este cazul în stațiunile de ameliorare.

Se recomandă folosirea de prelate, care așezate sub mașina de treierat permit o rapidă ridicare și curățire a lor, fără să fie nevoie a pierde timp cu măturatul boabelor.

În carnetul de observații se va nota ușurința de a se treiera a fiecărui soi (după boabele rămase în spice, după boabele sparte, după rezistența rachisului la treierat), spicele rupte etc.

Dacă, așa cum ies din mașină, boabele mai conțin pleve, se recomandă ca să fie bine curățate înainte de a fi cîntărite. Lăsarea în saci a boabelor necîntărite nu este recomandabilă, căci se pot întîmpla pierderi, ce ar zădărnici întreaga experiență.

După ce se fac cîntăririle necesare, se vor lua, după normele indicate în anexa 3, probe pentru determinarea substanței uscate și pentru determinări de calitate. Apoi se va face rectificarea producției parcelelor experimentale, potrivit celor specificate în subcapitolul 3.15. Producțiile vor fi aduse la 86% substanță uscată. Producțiile de boabe și paie se vor recalcula pentru fiecare parcelă experimentală în q/ha cu o zecimală.

Scanned with OKEN Scanner

4. 3. PORUMB

Dată fiind importanţa mare pe care o are porumbul în ţara noastră, culturile comparative cu hibrizi de porumb ar trebui organizate în cît mai numeroase localităţi, cu atît mai mult cu cît astfel de experienţe sînt uşor de executat, necerînd nici inventar costisitor (semănători şi treierători speciale etc.), nici lucrări deosebite (calcularea cantităţii de sămînţă, proba la maşină etc.) şi nici sămînţă multă, ca experienţele cu soiuri de cereale păioase.

Lucrările pentru executarea culturilor comparative cu hibrizi dubli de porumb constă din:

1. Lucrări pregătitoare.
2. Semănatul.
3. Lucrări de îngrijire şi observaţii.
4. Lucrări de recoltare.

Cîmpul de experienţă cu hibrizi de porumb se va aşeza pe tarlale care au fost îngrăşate în anul anterior cu gunoi de grajd, iar în anul experienţelor vor primi îngrăşămintele minerale în cantităţile cele mai indicate pentru tipul de sol respectiv.

Planul experimental se alcătuieşte pe baza parametrilor experienţei; dintre aceştia o deosebită atenţie merită mărimea parcelei, care variază în funcţie de grupa de tardivitate a hibrizilor, cu care se experimentează. Dacă se experimentează cu hibrizi tardivi este nevoie să se folosească parcele mai mari, avînd în vedere distanţele mai mari dintre plante pe rînd, la care acestea trebuie cultivate. Dacă hibrizii de experimentat sînt prea diferiţi în ceea ce priveşte perioada de vegetaţie, se vor face 3 culturi comparative şi anume una pentru hibrizii timpurii, alta pentru cei mijlocii şi a treia pentru cei tardivi.

Vecinii influenţează în grad deosebit hibrizii numai dacă în aceeaşi experienţă sînt cuprinse variante prea diferite. Dacă însă, aşa cum este recomandabil, hibrizii dubli de porumb se grupează în experienţe separate în special după lungimea perioadei de vegetaţie, atunci influenţa vecinilor poate fi neglijată.

Ţinînd seama de aceste considerente se pot adopta parcele mici (chiar de 50 de plante recoltabile), dacă hibrizii dubli sînt asemănători în privinţa precocităţii şi înălţimii şi dacă sînt condiţii favorabile pentru realizarea de culturi cu goluri puţine.

În staţiunile experimentale se folosesc parcele de 30—40 cuiburi în culturile comparative de orientare şi 60—80 cuiburi la culturile comparative de concurs iar în experienţele care se execută în producţie se folosesc parcele de 120 cuiburi semănate. Numărul cuiburilor indicat aici corespunde cu numărul plantelor, deoarece la fiecare cuib semănat rămîne după rărit o singură plantă.

Să luăm ca exemplu următorii parametri ai unei experienţe cu hibrizi dubli tardivi:

Aşezarea parcelelor ... grilaj patrat
Numărul variantelor ... 25
Numărul repetiţiilor 3
Distanţa între rînduri ... 1 m

Scanned with OKEN Scanner

Distanța între plante pe rînd ... 0,33 m
Numărul plantelor pe rînd ... 31
Numărul rîndurilor într-o parcelă ... 2
Lățimea unei parcele ... 2 m
Lungimea unei parcele ... 10 m
Numărul cuiburilor semănate într-o parcelă ... 62
Lățimea unui bloc ... (5×2)=10 m
Lățimea a 3 blocuri plus 2 perdele ... (3×10)+(2×2)—1=33 m
Lățimea a 3 blocuri plus 2 perdele, plus 2 drumuri a 3 m = 39 m
Lungimea experienței (5 blocuri×10)=50 m
Lungimea experienței plus 4 drumuri a 2 m și 2 drumuri a 3 m = 64 m
Lățimea benzii de protecție = 30 rînduri = 29 m.

Cantitatea de sămînță necesară din fiecare hibrid dublu variază după numărul de cuiburi fixat și după masa a 1 000 de boabe; de aceea cantitatea de sămînță necesară variază, la 3 repetiții între 0,400 și 0,600 kg. De obicei, se trimite însă o cantitate dublă de sămînță avînd în vedere o eventuală reînsămînțare.

La calcularea cantității de sămînță se ia în considerare că se seamănă în fiecare cuib cîte 3 boabe, atunci cînd se lasă să se dezvolte o singură plantă în cuib.

Sămînța este trimisă tratată cu fungicide. Înainte de semănat se va trata cu Aldrin.

Parcelarea cîmpului de experiență în vederea așezării culturii comparative pe teren se va face astfel (fig. 4.5):

Se vor fixa pe terenul destinat culturii comparative punctele *A* și *B* la distanța de 39 m prin cîte un țăruș. Apoi din punctele *A* și *B* se vor ridica pe teren perpendiculare spre punctele *C* și *D*, care se vor fixa prin țăruși la 64 m de punctele *A*, respectiv *B* și la distanța de 39 m între ele. Între *A* și *C*, respectiv între *B* și *D* se va întinde o sîrmă sau o sfoară și de-a lungul lor se vor marca, cu țăruși distanțați la 10 (respectiv 2 și 3 m), lungimea parcelelor și lățimea drumurilor.

După aceea se va întinde paralel cu latura *AB* o sfoară sau mai bine o sîrmă marcată din metru în metru și de-a lungul ei se înfig în pămînt, din 4 în 4 m, etichete sau țăruși, pe care s-a scris dinainte numărul curent al parcelei și numărul variantei; prima și ultima măsurătoare se face la cîte 3 m, marcînd lățimea drumurilor. Pichetarea se poate face și pe urmele marcatorului.

Semănatul trebuie început imediat după marcare. În acest scop se vor repartiza la fiecare etichetă săculeții cu semințe, în care anterior s-a pus cantitatea de semințe pentru fiecare parcelă experimentală. Această repartizare anterioară a semințelor în săculeți, separat pentru fiecare parcelă-repetiție, ajută mult la executarea rapidă a semănatului și înlătură greșelile la semănat, frecvente atunci cînd întreaga cantitate de sămînță a unei variante se găsește într-un singur săculeț.

După repartizarea săculeților cu semințe la fiecare etichetă, se întind sîrme sau sfori marcate la distanța stabilită între plante pe rînd. Sîrmele sau sforile

Scanned with OKEN Scanner

se întind cu ajutorul unor fişe de fier, de care se leagă capetele sîrmelor sau sforilor.

Aceste sîrme (respectiv sfori) transversale se întind deasupra semnelor marcate pe cele 2 sîrme lungi, care delimitează grupul de parcele încadrat între ele.

Marcarea cuiburilor se poate face şi cu marcatorul.

Semănatul se face cu plantatorul special pentru porumb, care asigură uniformitatea adîncimii semănatului. Pentru ca boabele de porumb să fie puse în pămînt reavăn, se recomandă ca lucrătorul, care mînuieşte plantatorul, să dea la o parte cu piciorul pămîntul uscat de deasupra cuibului şi să înfigă plantatorul totdeauna numai în pămînt reavăn. După scoaterea plantatorului, acelaşi lucrător trage cu piciorul pămînt uscat deasupra locului semănat.

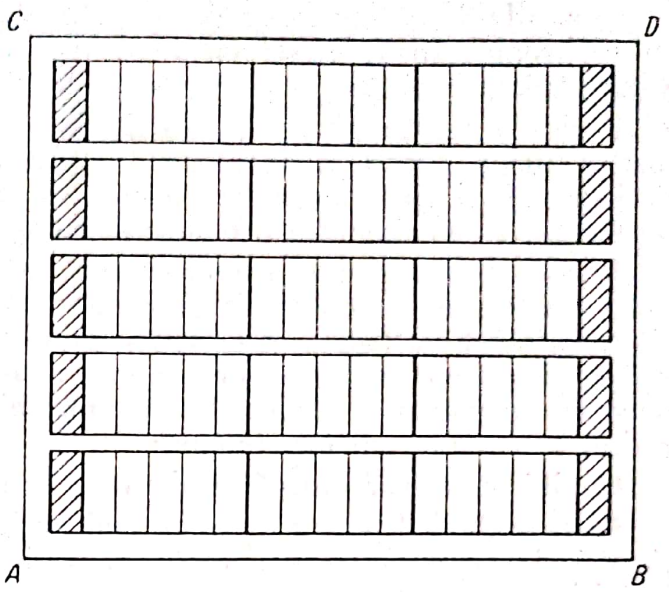


Fig. 4.5 — Parcelarea cîmpului de experienţă pentru porumb

Semănatul se execută mai repede dacă se face de către doi lucrători, din care unul înfige plantatorul la locul marcat pe sîrma transversală şi al doilea pune seminţele în pîlnie, de unde boabele sînt conduse printr-un tub de tablă spre baza plantatorului.

Se seamănă trei boabe, în caz că în cuib se lasă ulterior cîte o singură plantă şi cinci boabe, cînd se lasă două plante. Se pun mai multe boabe în cuib spre a se evita golurile, ce pot surveni din cauza negerminării, atacului de dăunători etc.

Adîncimea semănatului este de 6—8 cm în soluri mai grele şi în terenuri mai umede şi de 8—10 cm în soluri mai uşoare şi în terenuri mai uscate.

Toate parcelele experimentale marginale, care se învecinează cu drumurile, vor fi apărate de parcele de protecţie (perdele), spre a fi ferite de influenţa marginii.

Întreaga cultură comparativă (dacă este una singură) sau întreg cîmpul de experienţă cu porumb (dacă sînt mai multe culturi comparative) va fi înconjurat cu o bandă de protecţie de cel puţin 30 rînduri de porumb, pentru a feri experienţa de eventuale pagube datorite ciorilor, vitelor etc.

Lucrări de îngrijire. După semănat experienţa va fi apărată de atacul ciorilor prin pază, împuşcături, sperietori, pocnitori etc.

Golurile, care se vor ivi în parcele, nu vor fi completate căci plantele, care se vor semăna nu vor putea să se dezvolte astfel încît să înlocuiască complet plantele pierite. De asemenea nu are rost să se semene, în locul plantelor pierite, sorg sau floarea-soarelui, deoarece acestea nu pot elimina influenţa golului provocat de planta pierită.

Scanned with OKEN Scanner

Lucrările de întreținere se vor face la timp, și în aceeași zi pentru întreaga cultură comparativă; aceste lucrări se vor executa cu mare grijă spre a nu vătăma plantele și deci a nu provoca goluri.

Pentru a ne apropia cît mai mult de condițiile din producție, unde nu se mai rărește și pentru a da plantelor chiar de la început condiții favorabile unei dezvoltări viguroase, se recomandă ca răritul să se facă numai ca lucrare separată, cît mai timpuriu și o singură dată.

Numai excepțional și anume atunci cînd terenul cîmpului de experiență nu a fost tratat cu insecticide și sînt de așteptat pagube din cauza dăunătorilor, răritul se va face la două epoci lăsînd (în culturile unde rămîne la sfîrșit o singură plantă) la prima prașilă cîte două plante în cuib, iar la prașila a doua cîte o plantă și anume din cele mai bine dezvoltate. Prașilele și deci și răritul se vor face cît mai timpuriu.

Copilii nu se vor îndepărta, deoarece se pot provoca răniri.

Observații și determinări în timpul perioadei de vegetație. În timpul perioadei de vegetație se vor face observații atente privitoare la principalele însușiri ale variantelor.

Pentru justa apreciere a însușirilor fiecărei variante, se recomandă ca înainte de a se face notarea să se observe întreaga experiență spre a se constata mai exact deosebirile existente între diferitele variante și între diferitele repetiții ale aceleiași variante. Pentru majoritatea însușirilor, notările se vor face cînd fiecare variantă ajunge la aceeași fază de vegetație. Unele însușiri, însă, ca de ex. rezistența la frigul de primăvară sau rezistența la cădere după vînturi puternice sau după furtună etc., vor fi notate în aceeași zi pentru toate variantele și anume imediat după trecerea calamității respective.

Notările se vor face după indicațiile generale date în subcapitolul 3.12. La porumb se va da, în special mare atenție următoarelor observații:

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Rezistența la frigul de primăvară (1—9). Se va nota cu deosebită grijă, deoarece există mari deosebiri între hibrizii dubli, unii din ei putînd rezista și la —4°.

Data răritului.

Goluri după rărit. Se va nota numărul golurilor în fiecare parcelă experimentală.

Starea culturii (1—9). Se va nota de trei ori, prima dată la 3 săptămîni după rărit, a doua oară după terminarea înspicatului, odată cu cea privind uniformitatea și a treia oară după formarea completă a știuleților, cînd începe faza coacerii în lapte.

Data înspicatului. Se va nota ziua în care la 75% din plantele parcelei au ieșit paniculele.

Data mătăsitului. Se va înscrie ziua cînd la 75% din plantele parcelei a apărut mătasea.

Rezistența la cădere în timpul perioadei de vegetație (1—9). Se va nota de cîte ori este cazul.

Uniformitatea plantelor (1—9). Se va nota imediat după înspicat, orientîndu-ne după înălțimea plantelor, lungimea și lățimea frunzelor, forma știuleților, culoarea mătăsii etc.

Înălțimea plantelor (cm). Se va determina, la recoltare, prin măsurarea a 10 plante de la pămînt pînă la vîrful paniculelor.

Rezistența la secetă (1—9). Se va determina în timpul perioadelor de secetă.

Înălțimea inserției știuleților (cm). Se va determina la recoltare prin măsurarea a 10 plante de la pămînt pînă la nodul care poartă primul știulete.

Rezistența la tăciune (1—9). Se va nota după numărul plantelor atacate de tăciune. Notarea se va face imediat după apariția mătăsei; după notare pungile de tăciune vor fi adunate și arse.

Rezistența la atacul moliei porumbului (1—9). Se va nota după pagubele pricinuite la tulpini și știuleți.

Absența copililor (1—9). Se va nota după frecvență și abundență, de la 1 (puțini) la 9 (foarte mulți).

Data maturității. Se va nota atunci cînd boabele au atins faza coacerii în pîrgă.

Data recoltării.

Rezistența la scuturare a frunzelor (1—9). Se va aprecia înainte de recoltare, mai ales cînd datorită vînturilor puternice deosebirile dintre variante sînt ușor remarcate.

Rezistența la frîngere a tulpinilor la maturitate (1—9).

Rezistența la cădere a plantelor și știuleților (1—9). Se va aprecia la recoltare prin numărare. Nu se consideră căzute plantele rupte (frînte) deasupra știuleților și nici cele înclinate mai puțin de 45°.

Felul așezării pănușilor pe știulete. Se va aprecia la recoltare, notîndu-se în ce grad pănușile s-au desfăcut de pe știulete.

Lungimea cozii știuleților (cm). Se va nota la recoltare prin apreciere.

Poziția știuleților la recoltare. Se va determina după gradul de înclinare față de tulpină (nutant, înclinat, erect).

Aspectul frunzelor la maturitatea știuleților. Va fi indicat prin culoarea frunzelor.

Recoltarea. Se face cînd boabele s-au întărit. Pentru a ușura munca, se recomandă ca recoltarea să se execute la aceeași dată pentru toate variantele ceea ce este ușor de realizat la gruparea soiurilor în experiențe separate pe categorii de precocitate. De asemenea este recomandabil ca la experiențele cu hibrizi mai tardivi, recoltarea să se facă mai tîrziu, înainte de căderea frunzelor, pentru ca știuleții să aibă un conținut cît mai scăzut de umiditate.

Înainte de a recolta experiența propriu-zisă, se culeg separat știuleții din parcelele de protecție și, fără să se cîntărească, se trec la eliminări.

După aceea se înlătură de la ambele capete ale fiecărui rînd cîte 2 plante marginale, care reacționează cel mai puternic la influența marginii; apoi se numără plantele și se determină pentru fiecare parcelă numărul plantelor fertile și sterile și numărul golurilor la suprafața recoltată. În continuare, la fiecare parcelă experimentală, se repartizează cîte un lucrător, care depănușează știuleții și-i strînge într-un coș (de preferință metalic). În timpul depănușării

8 — Cîmpul de experiență

Scanned with OKEN Scanner

fiecare lucrător comunică conducătorului experienței dacă știuleții din parcela respectivă se depănușează și se rup greu sau ușor. Apoi știuleții depănușați se cîntăresc și se varsă înaintea parcelei respective spre a fi aranjați pe mai multe rînduri în vederea aprecierii lor de către conducătorul experienței. Astfel se apreciază lungimea, uniformitatea, acoperirea la vîrf și la bază și curbarea știuleților, culoarea și șiștăvirea boabelor etc. Această apreciere se face sumar, deci necîntărind și nemăsurînd. Tot atunci se face și numărarea știuleților anormali (ghijuri, ștuleți slab îmbrăcați, cruzi, șiștavi). Pe baza acestor constatări, se dă fiecărei variante un calificativ general.

Pentru determinarea conținutului de substanță uscată,se iau din fiecare repetiție a fiecărei variante cîte 12—15 ștuleți reprezentativi, care se cîntăresc. După aceea se desfac boabele și se pun în borcane cu dopul șlefuit, la care urmează să se determine imediat în laborator conținutul de umiditate al boabelor. Tot în cîmp, după desfacerea boabelor se cîntăresc ciocălăii și prin diferență se află greutatea boabelor la cei 12—15 ștuleți reprezentativi ai fiecărei variante precum și procentul de boabe. Determinarea umidității din boabe se va face cu ajutorul umidometrelor.

Apoi pe baza determinării conținutului de umiditate a boabelor și producției de boabe la umiditatea de la recoltare, se calculează producția de boabe uscate, la 15,5% umiditate.

La recoltare se vor face, deci următoarele înregistrări, pe baza cărora se va calcula producția la fiecare parcelă experimentală :

— numărul ideal al plantelor, adică cel care ar fi trebuit să fie prezent la recoltare, dacă n-ar fi fost niciun gol;
— numărul golurilor la recoltare (corespunzător suprafeței recoltate);
— numărul plantelor sterile la parcelă;
— numărul știuleților la parcelă;
— greutatea știuleților fără pănuși;
— greutatea probei pentru determinarea % de boabe;
— greutatea ciocălăilor de la proba pentru determinarea % de boabe;

Pentru calcularea producției de boabe la parcelă se va proceda astfel:

a) Pînă la 4% goluri, acestea nu se iau în considerație, socotindu-se că plantele vecine golurilor compensează, prin producția lor mai mare, producția plantelor lipsă; deci producția în acest caz rezultă din numărul ideal al plantelor, dintr-o parcelă înmulțit cu producția medie a unei plante.

b) Dacă numărul golurilor variază între 4 și 20%, producția parcelei se va calcula după formula următoare:

$$\text{Producția rectificată a parcelei} = \frac{\text{numărul ideal de plante}}{\text{numărul ideal} - 1/2 \text{ din goluri}} \times \text{producția cîntărită a parcelei}$$

În unele stațiuni experimentale americane (Jugenheimer și colab. 1958) pentru fiecare gol se adaugă 70% din producția medie a unei plante; deci se presupune că 30% este completat prin producția sporită a plantelor vecine golurilor.

Scanned with OKEN Scanner

c) Dacă o parcelă experimentală are mai mult de 20% goluri, va fi considerată parcelă lipsă, iar producţia ei va fi aflată prin calcule speciale.

În caz că interesează şi cocenii, se vor cîntări şi aceştia, notîndu-se dacă la recoltarea ştiuleţilor, ei sînt încă verzi.

4.4. LEGUMINOASE DE BOABE

Executarea experienţelor de cîmp este foarte asemănătoare la diferitele leguminoase de boabe. De aceea va fi mai amănunţit descrisă tehnica experienţelor cu mazăre, rămînînd pentru celelalte leguminoase de boabe să fie menţionate numai deosebirile.

1. MAZĂREA COMESTIBILĂ DE BOABE

Parametrii parcelei experimentale

Suprafaţa semănată	24 m²
Suprafaţa recoltată	20 m²
Lăţimea semănată	2,00 m
Lăţimea recoltată	2,00 m
Lungimea semănată	12,00 m
Lungimea recoltată	10,00 m
Distanţa între rînduri	12,5 cm

Plantele premergătoare cele mai potrivite sînt prăşitoarele şi cerealele păioase; se va evita plasarea după alte leguminoase.

Îngrăşarea va ţine seama că în condiţiile de la noi, mazărea are cerinţe mari faţă de îngrăşămintele cu fosfor. Sînt necesare de asemenea mici doze de îngrăşăminte cu azot, pentru ca mazărea să poată învinge foamea de azot de la începutul perioadei ei de vegetaţie. Gunoiul de grajd nu se va aplica direct mazării din experienţe; el se va da însă, plantei premergătoare.

Pregătirea terenului se face printr-o arătură adîncă de toamnă, care primăvara timpuriu se grăpează şi apoi se lucrează cu cultivatorul suficient de adînc, avînd în vedere că boabele de mazăre se seamănă destul de profund.

Semănatul se face la adîncimea de 5—7 cm, cu o densitate de 100 boabe germinabile la m² pentru soiurile cu talie înaltă şi 130 boabe germinabile la soiurile cu talie scundă, ceea ce înseamnă 200—300 kg/ha, avînd în vedere marea variaţie a masei a 1 000 de boabe, care variază între 200 şi 350 g. Epoca de semănat este foarte timpurie, avînd în vedere minimum scăzut de germinare (1°).

Cantitatea de sămînţă necesară, socotind 6 repetiţii a 25 m² suprafaţă semănată, plus rezerva care rămîne în cutia maşinii plus inevitabilele pierderi, este de 5 kg.

Pentru ca la recoltare să se poată separa uşor soiurile vecine şi să se evite amestecarea lor cauzată de împletirea cîrceilor, se recomandă să se semene între parcelele experimentale cîte un rînd de in de ulei, sau de bob sau de ovăz ori de grîu de primăvară. Tot prin semănarea a cîte unui rînd din aceste culturi se face şi separarea marginilor frontale.

Scanned with OKEN Scanner

Lucrările de îngrijire se rezumă la grăpatul culturii și eventual plivit.

Observațiile de vegetație se fac după indicațiile date în subcapitolul 3.12, notîndu-se în special:

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Starea culturii (1—9). Se va nota la trei săptămîni după răsărit și în timpul înfloritului.

Rezistența la cădere (1—9). Se va nota înainte de înflorit precum și înainte de recoltare.

Data începutului înfloritului.

Data sfîrșitului înfloritului.

Înălțimea plantelor (cm). Se va determina la 5 plante, măsurîndu-se de la pămînt pînă la vîrful plantei.

Uniformitatea (1—9). Se va lua în considerare pentru aceasta culoarea florilor, înălțimea plantei, precum și forma, mărimea și culoarea frunzelor.

Data maturității galbene.

Rezistența la plesnire a păstăilor (1—9).

Data recoltării.

Rezistența la boli și dăunători (1—9).

Recoltarea. Se face prin smulgere sau prin cosire, atunci cînd păstăile din treimea inferioară a plantelor au atins maturitatea deplină.

Se recoltează în ordinea coacerii soiurilor, însă în aceeași zi pentru toate repetițiile unui soi. Mazărea recoltată se usucă în grămezi, în brazde sau, dacă vremea este nefavorabilă, pe capre.

Treieratul trebuie făcut cu toba mult lărgită și cu un număr redus de turații pentru a se evita spargerea boabelor.

La recoltare, respectiv în laborator se vor face notările necesare determinării capacității de producție și aprecierii principalelor însușiri a boabelor. Astfel se va nota producția de boabe a fiecărei parcele, conținutul de substanță uscată, producția de vreji, masa a 1 000 de boabe precum și forma, culoarea și uniformitatea boabelor.

La treierat se vor lua după indicațiile date în anexa 3, probe de boabe pentru diferite analize și determinări.

Producția de boabe se va rectifica la un conținut de substanță uscată de 86%.

II. LINTEA

Parametrii experienței sînt aceiași ca la mazăre.

Clima nu trebuie să fie prea umedă, căci în astfel de condiții lintea se îmburuienează, cade și este atacată de boli.

Solurile pe care se fac experiențe cu linte trebuie să fie mai ușoare, calde și afînate, nu prea fertile, bogate în calciu și în special foarte curate de buruieni.

Pentru experiențele cu linte sînt valabile indicațiile date la mazăre, cu deosebirile arătate în cele ce urmează.

Scanned with OKEN Scanner

Semănatul se face mai tîrziu decît la mazăre şi anume la începutul lui aprilie, lintea avînd un minimum de germinare de 4—5°. Se seamănă circa 180 boabe germinabile la m², ceea ce corespunde la o cantitate de sămînţă de 80—100 kg/ha. Distanţa între rînduri este de 12,5—15 cm iar adîncimea de 4 cm.

Recoltarea se execută cînd păstăile inferioare devin galbene-castanii şi boabele lor se întăresc. În această fază tulpinile şi frunzele sînt încă galbene-verzui. Fiind pericol de scuturare, trebuie să se dea o deosebită atenţie la alegerea epocii de recoltare. Această lucrare trebuie să se facă pe vreme frumoasă, căci ploile depreciază calitatea boabelor.

III.ᵀ FASOLEA

Parametrii parcelei experimentale

Suprafaţa semănată	30 m²
Suprafaţa recoltată	25 m²
Lăţimea semănată	2,5 m
Lăţimea recoltată	2,5 m
Lungimea semănată	12 m
Lungimea recoltată	10 m
Lăţimea marginii frontale	1 m
Distanţa între rînduri	50 cm

Planta premergătoare poate fi oricare, cu excepţia leguminoaselor.

Îngrăşarea trebuie să asigure o bună aprovizionare cu fosfor (cel puţin 32 P_2O_5). O doză mică de îngrăşăminte azotate (24 N) este binevenită.

Pregătirea solului se face printr-o arătură adîncă de toamnă şi printr-o îngrijită amenajare a patului germinativ primăvara.

Semănatul se face la 50 cm distanţă între rînduri, 4—5 cm adîncime, cu o densitate de 40 boabe germinabile la m², ceea ce înseamnă 80—100 kg/ha. Epoca cea mai bună de semănat este atunci cînd la adîncimea de 5 cm se realizează la orele 8 dimineaţa o temperatură de 8—10°C timp de cîteva zile.

Lucrările de îngrijire constau dintr-o grăpare pentru spargerea crustei şi 3—4 praşile aplicate pînă la începutul înfloritului.

Recoltarea (prin smuls, seceră sau coasă) se face atunci cînd majoritatea păstăilor s-au îngălbenit, dar înainte de a se usca atît de mult ca să crape.

Se îndepărtează mai întîi marginile frontale. O influenţă a vecinilor se constată numai dacă soiurile sînt prea deosebite în privinţa taliei şi rapacităţii. În astfel de cazuri se elimină cîte un rînd la fiecare margine lungă a parcelei, micşorîndu-se corespunzător suprafaţa recoltată.

Determinarea substanţei uscate se face pentru fiecare variantă.

IV. SOIA

Parametrii experienţei sînt aceiaşi ca la fasole.

Clima în care se execută experienţele cu soia trebuie să fie moderat de caldă şi de umedă, această plantă fiind termofilă şi higrofilă.

Scanned with OKEN Scanner

Solurile cele mai indicate sînt cele mijlocii, calde, fertile, cu reacție neutră. Trebuie evitate solurile grele, reci și acide.

Plantele premergătoare favorabile sînt cerealele păioase și prășitoarele; se vor evita leguminoasele.

Îngrășarea se face după rezultatele experiențelor anterioare cu îngrășăminte. Pe lîngă îngrășămintele cu fosfor, doze mici de azot (30—40 kg/ha N) sînt indicate.

Pentru executarea experiențelor cu soia, sînt valabile directivele indicate la fasole, cu diferențele specificate mai jos.

Semănatul se face cu o densitate de 50 boabe germinabile la m², ceea ce dă, la o masă a 1 000 boabe de 140—150 g, o cantitate de circa 70—75 kg/ha. Se seamănă la 50 cm între rînduri și 4—5 cm adîncime. Epoca favorabilă pentru semănat este atunci cînd s-a realizat în sol la 5 cm adîncime o temperatură de 8°. Soia suportă destul de bine temperaturi joase, chiar înghețuri tîrzii ușoare, fără pagube.

Inocularea seminței cu *Rhizobium japonicum* este obligatorie.

Lucrările de îngrijire constau în îngrădirea cîmpului de experiență, mai ales în localitățile în care iepurii atacă culturile de soia. Sînt recomandabile gardurile de sîrmă de cel puțin un metru înălțime și îngropate în pămînt la 20 cm.

Observațiile de vegetație sînt cele obișnuite indicate în subcapitolul 3.11. O mare atenție trebuie acordată începutului înfloritului, care este greu de observat die cauza dimensiunilor mici ale florilor. Data maturității galbene va fi notată atunci cînd tulpinile și păstăile s-au uscat.

Recoltarea se efectuează, atunci cînd păstăile s-au colorat cafeniu și cînd frunzele au căzut, prin tăiere cît mai de jos sau mai bine prin smulgere. Nu trebuie grăbită recoltarea, pentru că, pe de o parte soia rezistă la scuturare, iar pe de altă parte se treieră greu dacă nu este coaptă.

La treierat se vor lua probe de boabe, după indicațiile prezentate în anexa 3, pentru determinarea conținutului de substanță uscată, procentul de ulei și de proteină.

4.5. FLOAREA-SOARELUI

Parametrii parcelei experimentale

Suprafața semănată	32,40 m²
Suprafața recoltată	30,00 m²
Lățimea semănată	3,00 m
Lățimea recoltată	3,00 m
Lungimea semănată	10,80 m
Lungimea recoltată	10,00 m
Numărul rîndurilor semănate	5
Numărul rîndurilor recoltate	5
Numărul cuiburilor semănate	27
Numărul cuiburilor (plantelor) recoltate	25
Distanța între rînduri	60 cm
Distanța între plante pe rînd	40 cm

Scanned with OKEN Scanner

Planta premergătoare este de obicei o cereală de toamnă.

Cerinţele faţă de sol. Floarea-soarelui nu are pretenţii mari în privinţa solului. Mai toate solurile sînt potrivite pentru această cultură, cu excepţia celor umede şi reci.

Îngrăşarea completă (N, P, K) este cea mai indicată. Dozele recomandabile sînt 48 N, 48 P_2O_5 şi 100 K_2O. Întreaga cantitate de îngrăşămînt se încorporează în sol primăvara înainte de semănat.

Pregătirea terenului se face printr-o arătură adîncă de toamnă şi prin lucrări cu grapa şi cu cultivatorul primăvara.

Aşezarea pe teren a experienţei se face ca şi la porumb, schimbînd doar distanţele.

Semănatul. Pentru indicarea rîndurilor şi cuiburilor se folosesc fie sîrme sau sfori marcate, fie marcatoare.

Sămînţa necesară pentru fiecare parcelă experimentală se va pune în pungi separate şi se va aşeza în dreapta fiecărui ţăruş, eventual etichete indicatoare. În fiecare cuib se pun cîte 4—5 seminţe, care nu se vor aşeza îngrămădite, ci puţin răsfirate în linie, în direcţia rîndului. Cu toate că la rărire nu se lasă decît o singură plantă, se vor pune totuşi în fiecare cuib cîte 4—5 seminţe, pentru ca să existe posibilitatea să rămînă pînă la urmă cel puţin o plantă la cuib şi să se obţină astfel cît mai puţine goluri în parcelă.

Adîncimea de semănat este de 4 cm pe solurile mai grele şi în zone mai umede şi de 5—6 cm pe solurile mai uşoare şi în zone mai uscate.

Cea mai bună epocă de semănat s-a dovedit a fi la sfîrşitul primei decade a lunii aprilie, adică atunci cînd în sol se realizează mai mult de 6°C la orele 8 dimineaţa, timp de trei zile consecutive.

Deoarece păsările provoacă mari pagube experienţelor cu floarea-soarelui, se recomandă să se semene în jurul culturilor comparative o bandă de protecţie de 30—50 rînduri dintr-un soi mai precoce de floarea-soarelui.

Lucrările de îngrijire constau din grăpat, rărit şi praşile. Grăpatul se face la 4—5 zile de la semănat. Răritul se face cît mai timpuriu şi o singură dată şi anume la formarea celei de a treia perechi de frunze adevărate. La rărit se opresc plantele cele mai viguroase. După rărit se face prima praşilă. După aceea, la intervalele dictate de apariţia buruienilor, se face a doua şi apoi a treia praşilă, ultima aplicîndu-se cînd plantele au 50—60 cm înălţime.

Din lucrările de îngrijire face parte şi paza contra păsărilor.

Observaţii şi determinări în timpul perioadei de vegetaţie se referă în special la:

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Starea culturii (1—9). Se notează prima dată la patru săptămîni după răsărit şi a doua oară înainte de înflorit.

Data începutului înfloritului.

Data sfîrşitului înfloritului.

Uniformitatea la începutul înfloritului (1—9).

Înălţimea plantei (cm). Se notează înainte de recoltare de la pămînt pînă la începutul curburii tulpinii.

Rezistenţa la cădere (1—9). Se notează înainte de recoltare.

Scanned with OKEN Scanner

Ramificarea (1—9).

Data maturității galbene (maturității biologice). Se notează atunci cînd la 75% din capitule partea dorsală a îngălbenit.

Data maturității depline. Se consideră atunci cînd toate frunzele s-au uscat și capitulele s-au colorat castaniu. Această dată se mai numește și data maturității tehnice, deoarece în această fază floarea-soarelui se poate recolta cu combina.

Numărul golurilor întîmplătoare și a celor condiționate de soi. Se va observa și nota în tot timpul perioadei de vegetație.

Rezistența la boli și dăunători (1—9).

Recoltarea se face cînd capitulele se găsesc la maturitatea tehnică, pentru că numai astfel se poate determina capacitatea de a se treiera ușor, însușire deosebit de importantă avînd în vedere generalizarea recoltării mecanizate. Numai în caz că este pericol ca experiența să fie păgubită de păsări, se recoltează în faza maturității biologice iar capitulele se usucă ferite de atacul păsărilor.

După treierat se cîntărește producția de semințe la fiecare parcelă. Determinarea conținutului de substanță uscată se face pentru fiecare variantă. Pentru aceasta se iau probe de semințe din fiecare variantă la cîntărirea producției parcelelor, după indicațiile date de anexa 3. În carnetul de observații se înscriu:

— suprafața recoltată;
— numărul ideal de plante;
— numărul real de plante (plante recoltate);
— numărul total de capitule;
— numărul de capitule complet golite de semințe; mai multe capitule parțial mîncate de păsări, se vor socoti ca un capitul complet golit;
— producția de semințe la parcelă (după curățire);
— conținutul de substanță uscată;
— conținutul de grăsimi;

Producția de semințe se exprimă apoi în q/ha, cu o zecimală, luînd ca bază un procent uniform de 88% substanță uscată.

Producția de semințe va suferi două rectificări și anume:

— pentru compensarea capitulelor păgubite de păsări; aceasta se face după următoarea formulă:

$$\text{Producția rectificată} = \frac{\text{producția cîntărită} \times \text{numărul total de capitule}}{\text{numărul de capitule nepăgubite}}$$

— pentru compensarea golurilor, care se face după procedeul folosit la porumb.

4.6. CARTOF

Parametrii parcelei experimentale

Suprafața plantată	20,00 m²
Suprafața recoltată	18,00 m²

Lăţimea plantată	2,50 m
Lăţimea recoltată	2,50 m
Lăţimea recoltată	8,00 m
Lungimea recoltată	7,20 m
Numărul rîndurilor plantate	4
Numărul rîndurilor recoltate	4
Numărul cuiburilor plantate	80
Numărul cuiburilor recoltate	72
Numărul cuiburilor plantate pe un rînd	20
Numărul cuiburilor recoltate pe un rînd	18
Distanţa între rînduri	62,5 cm
Distanţa între plante pe rînd	40 cm

Parcela experimentală trebuie săaibă cel puţin 80 de cuiburi plasate în cel puţin 4 rînduri.

La experienţele cu cartofi preîncolţiţi numărul cuiburilor se dublează, deoarece trebuie să se facă două recoltări la epoci diferite; parcela va fi deci, de două ori mai mare şi anume de două ori mai lungă.

Materialul de plantat trebuie să fie livrat pentru toate cîmpurile experimentale de către o singură staţiune experimentală, care să aibă sarcina de a cultiva toate soiurile de experimentat şi a le păstra peste iarnă. Dacă materialul de plantat provine din mai multe zone, atunci nu mai poate fi vorba de o comparaţie între soiuri, deoarece pe lîngă factorul soi, se introduc în experienţă în plus încă alţi doi factori şi anume factorul „proveniență" care uneori este mai important decît factorul „soi" şi apoi factorul „modul de păstrare a tuberculilor în timpul iernii".

Păstrarea peste iarnă trebuie făcută în lădiţe speciale, care conţin circa 30 kg.

Tuberculii pentru experienţe se sortează bine şi uniform, mărimea lor oscilînd între 60—80 g; este nevoie ca tuberculii să fie uniformi ca mărime, pentru că trebuie să se realizeze în parcelele repetiţii nu numai acelaşi număr de tuberculi, ci şi aceeaşi greutate totală de tuberculi; altfel s-ar introduce în experienţă un factor nou.

Se folosesc la plantare tuberculi întregi, nu secţionaţi.

Materialul plantat necesar pentru 360 de cuiburi, adică pentru 6 repetiţii a 80 de cuiburi, variază după mărimea tuberculilor între circa 22 kg şi 30 kg.

Îngrăşarea se face atît cu gunoi de grajd (25 t/ha) încorporat cît mai uniform toamna cît şi cu îngrăşăminte minerale; din acestea îngrăşămintele cu fosfor şi cu potasiu se aplică toamna iar cele cu azot primăvara.

Îngrăşămintele minerale se vor aplica în cantităţile ce au rezultat a fi cele mai indicate după datele experienţelor anterioare, executate în condiţiile de climă şi sol ale cîmpului de experienţă. Se va da în special mare atenţie formei sub care se aplică îngrăşămintele minerale. Astfel, cel mai indicat îngrăşămînt azotat pentru cartofi este sulfatul de amoniu pe solurile cu reacţie alcalină, pe cînd pe solurile cu valoarea pH scăzută trebuie folosit mai ales, azotatul de amoniu cu calciu (calcamonsalpetru). Dintre îngrăşămintele cu potasiu vor fi folosite cele sărace în clor şi îndeosebi sulfatul de potasiu.

Scanned with OKEN Scanner

În general se recomandă să se aplice în experiențele cu cartofi preîncolțiți — socotit în kg/ha substanță activă — 100 N, 60 P_2O_5 și 120 K_2O iar în experiențele din cultura normală 60 N, 60 P_2O_5 și 120 K_2O.

Plantatul trebuie făcut cînd solul s-a încălzit suficient (la 7°C). Marcatul cuiburilor pe teren se va face cu marcatorul. Tuberculii se pun la punctele de încrucișare ale marcării. Înainte de a se acoperi tuberculii, conducătorul experienței va controla personal dacă în fiecare cuib s-a pus într-adevăr cîte un tubercul.

Tuberculii nu vor fi plantați prea adînc; la stabilirea adîncimii se va ține seama de textura și umiditatea solului, precum și de zona de cultură.

Lucrările de îngrijire ce se vor aplica vor fi cele cerute de tehnica modernă a culturii cartofului. Ele se vor executa cu mare atenție spre a nu răni plantele, ceea ce ar duce la apariția golurilor.

Lucrările de îngrijire se vor termina cu o mușuroire, care trebuie executată înainte ca rîndurile să se încheie, ceea ce corespunde cu apariția bobocilor florali. Mușuroirea se va face superficial ca să rezulte coame late; la executarea acestor lucrări trebuie să nu fie acoperite tufele mici.

Mana nu se va combate; în schimb se va combate gîndacul de Colorado cu preparatele cunoscute.

Observații și constatări în timpul perioadei de vegetație

Se va nota:

Greutatea tuberculilor plantați.

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Starea culturii (1—9). Se va nota de două ori, prima dată la patru săptămîni de la răsărire și a doua oară la înflorirea deplină.

Numărul golurilor datorite lucrărilor de îngrijire.

Numărul golurilor datorite soiului. Sînt considerate ca atare cuiburile în care pînă la mușuroire, nu a crescut nici un lăstar atunci cînd la celelalte cuiburi tufele au atins peste 20 cm înălțime.

Data începutului înfloritului.

Culoarea florilor.

Rezistența la viroze (1—9).

Rezistența la mană (1—9).

Data veștejirii tufelor.

Gradul de maturitate a tufelor la recoltare (1—9).

Durata perioadei de vegetație. Se exprimă în zile de la ziua plantării pînă în ziua vestejirii complete a tufelor.

Recoltarea trebuie făcută pe vreme uscată. Cartofii, cu excepția celor preîncolțiți, se recoltează atunci cînd tuberculii au ajuns la maturitate; în această fază tulpinile și frunzele s-au îngălbenit și ofilit iar stolonii s-au veștejit, lăsînd tuberculii să se desprindă ușor de ei.

Înainte de a se recolta experiența propriu-zisă, se recoltează separat parcelele protectoare, iar tuberculii respectivi se trec la eliminări.

Determinarea producției parcelelor experimentale se bazează numai pe producția cuiburilor normale, adică a acelora care nu se găsesc la marginile frontale ale parcelelor și nici nu sînt vecine golurilor de pe același rînd.

Scanned with OKEN Scanner

Sînt socotite cuiburi normale și golurile condiționate de defectele ereditare ale soiurilor, deoarece astfel se obțin producții scăzute pe parcelele cu asemenea goluri și se caracterizează just capacitatea de producție a variantelor respective. În schimb golurile întîmplătoare, adică acelea care sînt provocate de lucrările de îngrijire sau sînt datorite greșelilor de la plantat, sînt luate în considerare la recoltare, pentru determinarea capacității de producție a soiurilor, dacă numărul lor variază între 4 și 15%.

Golurile sub 4% nu se iau în considerare la recoltare, considerîndu-se că plusul de producție al plantelor vecine lor compensează deplin lipsa producției acestor goluri.

Pentru a ușura identificarea golurilor, se recomandă ca imediat ce ele au fost observate în cursul perioadei de vegetație, să fie înscrise în carnetul de observații prin însemnarea rîndului și cuibului; de ex. 3/6 înseamnă că a fost constatată prezența unui gol în rîndul al 3-lea, la cuibul al 6-lea. De asemenea s-a dovedit util să se marcheze locul golurilor prin bețe de culori diferite, după cum golurile sînt întîmplătoare sau condiționate de soi.

Toate parcelele se vor pregăti pentru recoltarea cuiburilor normale prin aceea că se vor îndepărta:

— cîte un cuib la ambele capete ale fiecărui rînd;

— toate cuiburile de pe același rînd vecine golurilor, dacă acestea se găsesc între 4 și 15%.

După aceea se determină numărul cuiburilor normale.

Parcelele cu mai mult de 15% goluri se consideră parcele lipsă și producțiile lor vor fi determinate prin calcule speciale.

În caz că unele parcele experimentale au golurile grupate, ele fiind datorite lucrărilor neatente de îngrijire, se recomandă ca parcelele respective să se micșoreze pentru a cuprinde numai porțiunea cu densitate normală.

Recoltarea experiențelor cu cartofi se poate face mecanizat, cu mașina specială de recoltat, tractată; se va da și în acest caz mare atenție ca toți tuberculii să fie scoși și adunați.

Pentru adunatul tuberculilor se folosesc fie coșuri de sîrmă sau din material plastic, fie lădițe din șipci, a căror tară se determină o singură dată.

Pe solurile mai grele și pe vreme nefavorabilă în timpul recoltării, tuberculii se vor spăla.

Pentru determinarea producției se înmulțește producția medie a cuiburilor normale cu numărul total al cuiburilor, care s-au plantat în parcela experimentală.

La recoltare se vor face aprecieri asupra următoarelor însușiri ale tuberculilor:

Așezarea tuberculilor în cuib. Pentru aceasta se descoperă cu grijă cîteva cuiburi înainte de recoltare și se înseamnă cît mai concis însușirile constatate; stoloni scurți sau lungi, superficiali sau profunzi etc.

Numărul tuberculilor în cuib. Acesta se determină prin numărători făcute la cîte zece cuiburi din fiecare variantă.

Scanned with OKEN Scanner

Culoarea, constituția și tăria cojii.

Forma tuberculilor (rotundă, rotund-ovală, lung-ovală, lunguiață); determinările se fac la 20 tuberculi.

Adîncimea ochilor.

Rezistența la diferite boli.

Uniformitatea mărimii tuberculilor.

Determinarea uniformității mărimii tuberculilor se face la o probă de 40 kg tuberculi (circa 7 kg din fiecare repetiție) cu ajutorul mașinilor de sortat, care îi grupează în 3 categorii: mai mici de 35 mm, de la 35 la 50 mm și mai mari de 50 mm. Pe baza rezultatelor sortării, se determină procentul, respectiv producția la diferitele categorii.

În laborator se fac apoi determinări privitoare la valoarea culinară a tuberculilor, inclusiv culoarea și caracteristicile miezului, procentul de amidon etc.

Din fiecare soi se vor păstra 200—300 tuberculi, care se vor depozita în aceleași condiții peste iarnă, în scopul de a se determina capacitatea lor de a se păstra în timpul iernii.

Experiențele cu cartofi preîncolțiți se execută luîndu-se în considerație în plus și următoarele directive speciale:

a. Materialul de plantat trebuie să fie primit încă din toamnă la locul cîmpului de experiență și în cantitate dublă decît pentru o experiență obișnuită, avîndu-se în vedere că se va recolta la două epoci.

b. Preîncolțirea va fi organizată astfel încît toate soiurile să realizeze colți de lumină cît mai uniformi în privința grosimii și lungimii.

c. Cartofii preîncolțiți se recoltează la două epoci; trebuie acordată atenție deosebită alegerii juste a celei mai timpurii epoci posibile a primei recoltări. Aceasta este atunci cînd cel mai timpuriu soi produce la 10 cuiburi o marfă comercială de circa 2,5 kg tuberculi. La soiurile, care dau această producție la recoltările de probă, se va face prima recoltare, scoțîndu-se tuberculii la jumătate din numărul cuiburilor fiecărei parcele. La soiurile, care nu au produs 2,5 kg tuberculi comerciabili, se vor repeta recoltările de probă la 4—6 zile pînă cînd și ele vor avea cam 10 000 kg/ha tuberculi comerciabili (tuberculi de peste 3 cm). Se recomandă să se noteze pentru fiecare soi și prețul tuberculilor din ziua recoltării. Cea de-a doua recoltare (cînd se va recolta cealaltă jumătate din numărul cuiburilor unei parcele) se va face după ce plantele au ajuns la maturitate.

Valoarea culinară se determină la tuberculii obținuți la prima recoltare.

47. SFECLA DE ZAHĂR ȘI DE NUTREȚ

Parametrii parcelei experimentale

Suprafața semănată	25 m²
Suprafața recoltată	23 m²
Lățimea semănată a parcelei	2,5 m
Lățimea recoltată a parcelei	2,5 m
Lungimea semănată	10 m
Lungimea recoltată	9,2 m

Scanned with OKEN Scanner

Numărul rîndurilor dintr-o parcelă	5
Numărul sfeclelor (după rărit) în fiecare rînd	50
Numărul sfeclelor recoltate în fiecare rînd	46
Numărul sfeclelor (după rărire) la parcelă	250
Numărul sfeclelor recoltate la parcelă	230
Distanţa între rînduri	50 cm
Distanţa între plante pe rînd	20 cm

La sfecle nu este nevoie să se prevadă parcelele experimentale cu rînduri marginale în scopul eliminării influenţei vecinilor, deoarece o asemenea influenţă nu există decît la soiurile mult deosebite.

Experienţele cu sfecla de zahăr se vor face numai acolo unde este posibilă determinarea imediată a conţinutului de zahăr.

Planta premergătoare folosită frecvent este o cereală păioasă de toamnă; cartoful este socotit de asemenea o bună premergătoare. În nici un caz cîmpul de experienţă cu sfecle nu trebuie instalat decît pe locul unde 4 ani anteriori nu au fost cultivate sfecle.

Îngrăşămintele se vor aplica în cantităţi mari (96 N, 64 P_2O_5, 80 K_2O) ţinînd seama atît de marele consum de substanţe nutritive al acestei plante, considerată a fi cea mai productivă din cele cultivate la noi, cît şi de lunga ei perioadă de vegetaţie. Trei sferturi din doza de azot se va da cu două săptămîni înainte de semănat, iar cealaltă după rărit.

Îngrăşarea cu gunoi de grajd este mai bine să se facă la planta premergătoare. Dacă totuşi o îngrăşare directă se dovedeşte necesară, ea se va face toamna; gunoiul va fi de compoziţie cît mai omogenă şi va fi împrăştiat cît mai uniform cu putinţă.

Sămînţa. La experienţele cu soiuri de sfeclă de zahăr cantitatea de sămînţă este relativ redusă. Într-adevăr socotind 250 de plante în fiecare parcelă şi semănîndu-se de 10 ori mai multe glomerule, rezultă că sînt necesare 2 500 glomerule, ceea ce face circa 60 g sămînţă pentru o parcelă, iar pentru 6 repetiţii 360 g. Socotind o rezervă de 10% rezultă un necesar de circa 400 g. De obicei, însă, se comandă cîte un kg din fiecare soi, deoarece, uneori (din cauza îngheţului, secetei etc.) este necesară o reînsămînţare a experienţei.

Semănatul se face devreme, oscilînd după cum este de timpurie primăvara, între 15 martie şi 15 aprilie.

Marcatul cuiburilor, unde se va aşeza sămînţa, se va face fie numai cu marcatorul, fie cu maşina de semănat şi marcatorul. Trasarea rîndurilor cu marcatorul se face ca şi la porumb. Rîndurile în lungime se pot marca şi cu ajutorul maşinilor de semănat; de obicei se folosesc în acest scop maşini late; astfel cu o maşină lată de 4 m se pot marca 8 rînduri la 50 cm depărtare între ele. Pentru marcatul rîndurilor transversale, se va folosi un marcator de mînă.

Sămînţa măsurată exact va fi pusă în săculeţi, separat pentru fiecare parcelă experimentală. Sămînţa se tratează cu fungicide obişnuite. Pentru fiecare cuib se prevăd cîte 10 glomerule.

Se calculează un număr aşa de mare de glomerule pentru următoarele motive:

1. Pentru a avea siguranţa că va rămîne totuşi măcar o plantă în fiecare cuib. Se ştie că nu există experienţe care să prezinte atîtea goluri ca cele cu

sfecle, pagubele putînd fi provocate de atacul insectelor și bolilor, de rănirile datorite lucrărilor de îngrijire etc.

2. Pentru ca forța acestor numeroși germeni să învingă eventuala crustă formată.

Metoda cea mai exactă de semănat este pusul glomerulelor cu mîna. Pentru aceasta se întrebuințează sape mici cu mînerele scurte sau sape speciale în formă de mai (fig. 4.6). Cu aceste sape se împinge pămîntul uscat, la punctul de întretăiere al urmelor marcatorului și se pun cîte 10 glomerule în cuib, nu îngrămădite unele lîngă altele, ci înșiruite la distanțe mici în direcția rîndurilor parcelei, în scopul de a ușura răritul.

După ce glomerulele au fost puse în cuib, se acoperă cu 3—4 cm de pămînt reavăn, care se presează ușor cu dosul sapei speciale, după care se trage apoi deasupra pămîntul uscat, îndepărtat la începutul operației.

La această metodă de semănat se folosesc circa 18—20 kg/ha sămînță; dacă însă, se folosește semănatul cu mașina sînt necesare 35 kg/ha, numai astfel putîndu-se realiza o cultură împlinită.

Lucrările de îngrijire, care au ca scop principal distrugerea buruienilor, trebuie făcute cu mare grijă spre a nu se provoca goluri. Pentru a reduce cît mai mult golurile, se recomandă să se rărească la două date; la prima rărire, care se face la formarea celei de-a II-a perechi de frunze, se lasă în fiecare cuib două plăntuțe la distanța de 2—3 cm. După 7—10 zile de la prima rărire, adică atunci cînd sfeclele sînt destul de bine dezvoltate și cînd primejdia ca ele să mai piară încă, este micșorată, se face a II-a rărire.

La semănatul cu mașina este recomandabil să se marcheze înainte de rărit, perpendicular pe rînduri.

Observații și determinări în timpul perioadei de vegetație

Se va nota, respectiv determina:

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Data răritului.

Starea culturii (1—9). Se va aprecia de trei ori, prima dată la 3 săptămîni după rărit, apoi la 3 săptămîni după încheierea rîndurilor, cînd se insistă asupra dezvoltării frunzelor și a treia oară înainte de recoltat.

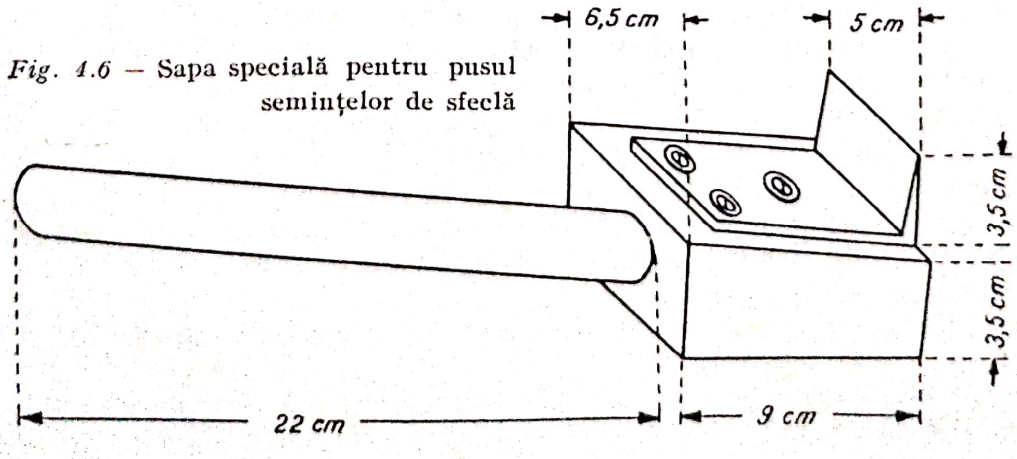


Fig. 4.6 — Sapa specială pentru pusul semințelor de sfeclă

Uniformitatea culturii (1—9). Se va estima după portul, mărimea, forma şi încreţirea frunzelor.

Numărul semincerilor timpurii (apăruţi pînă la 1 august). După numărătoare semincerii timpurii se frîng spre a fi deosebiţi de semincerii tîrzii.

Rezistenţa la boli şi dăunători (1—9). Se va da o atenţie deosebită notării cercosporiozei şi virozelor.

Recoltarea. Înainte de recoltare se determină numărul semincerilor tîrzii, numărul golurilor de categoria I şi cele din categoria a II-a, precum şi numărul sfeclelor aberante în privinţa culorii. Se numesc goluri de categoria I acelea în care lipseşte cel mult o sfeclă. Sînt goluri de categoria a II-a acelea în care lipseşte mai mult decît o sfeclă. Numărarea golurilor se face puţin timp înainte de recoltare. Spre a uşura această operaţie golurile se vor marca cu beţe în timpul perioadei de vegetaţie imediat ce au fost observate. Golurile se numără numai în partea recoltabilă a parcelei, deci nu şi în marginile frontale de unde sfeclele se elimină.

Dacă numărul golurilor din categoria a II-a depăşeşte 20% din numărul obligatoriu al sfeclelor sau în caz că numărul golurilor din categoria I şi a II-a împreună depăşeşte 25% din sfeclele obligatorii, atunci trebuie să se renunţe la recoltarea parcelei respective, care va fi considerată în consecinţă ca parcelă lipsă şi se va valorifica prin calcule speciale.

Dacă numărul sfeclelor aberant colorate depăşeşte 3%, se renunţă la restul determinărilor.

Recoltarea începe cu îndepărtarea a cîte două sfecle marginale la fiecare capăt al fiecărui rînd precum şi cu îndepărtarea semincerilor timpurii.

Nu se îndepărtează plantele vecine golurilor, deoarece nu s-a dovedit ca justă metoda „sfeclelor normale". Într-adevăr dacă s-ar face corectarea producţiilor prin metoda „sfeclelor normale", ar trebui îndepărtate prea multe sfecle în cazurile cînd sînt prea multe goluri, ceea ce se întîmplă frecvent. De aceea, la determinarea producţiei parcelelor la sfecla de zahăr, se ia în considerare suprafaţa total recoltată şi se fac corectările necesitate de prezenţa golurilor din categoria a II-a.

După ce s-au îndepărtat sfeclele marginale frontale şi semincerii timpurii, se recoltează restul sfeclelor inclusiv semincerii tîrzii. Scosul sfeclelor se face cu furca specială sau cu dislocatorul; după aceea sfeclele se aşază în rînduri pentru a se face aprecierea lor după formă, culoare, ramificare şi uniformitate.

Apoi sfeclele se decapitează; această operaţie trebuie făcută cu mare grijă şi uniform, la inserţia celei mai de jos frunze. După aceea sfeclele se numără, se pun în saci şi se duc la punctul unde se face spălarea, după care se determină greutatea sfeclelor recoltate, în kg la parcelă; aceasta trebuie indicată cu o zecimală.

Determinarea producţiei frunzelor (inclusiv capetele) se face pentru fiecare parcelă; frunzele trebuie să fie pe cît posibil curate şi uscate. La această cîntărire nu trebuie incluse şi tulpinile, frunzele şi capetele semincerilor. Determinarea greutăţii frunzelor se face în kg, cu o zecimală.

Scanned with OKEN Scanner

Apoi se face la rădăcini determinarea conținutului de substanță uscată (atît gravimetric cît și refractometric), a procentului de zahăr (prin polarizare), a cenușii și a azotului vătămător.

Se determină de asemenea conținutul de substanță uscată al frunzelor (inclusiv capetele) dintr-o probă medie a tuturor repetițiilor; proba din fiecare parcelă repetiție trebuie să fie de cîte 6 kg.

Calculul compensării golurilor se va face după următoarea formulă:

$$\text{Producția rectificată a parcelei} = \frac{\text{numărul ideal de plante}}{\text{nr. ideal} - 0{,}3 \times \text{numărul sfeclelor lipsă în golurile de al II-lea ordin}} \times \text{producția cîntărită a parcelei}$$

Această formulă se bazează pe presupunerea că diminuarea producției, din cauza sfeclelor lipsă din golurile de categoria a II-a este 70% compensată prin creșterea mai mare a sfeclelor vecine.

Experiențele cu sfecla de nutreț se vor face după aceleași norme cu următoarele deosebiri:

— Numărul sfeclelor la hectar va fi de circa 80 000—100 000.

— La observațiile de vegetație se va nota gradul de creștere al sfeclei în afară din pămînt, forma corpului sfeclei (cilindrică, rotundă etc.) și uniformitatea sfeclelor (luîndu-se în considerare culoarea, forma și mărimea).

— La recoltare sfeclele de nutreț nu se spală, ci numai se lovesc una de alta și eventual se curăță de pămînt cu un cuțit de lemn; totuși la o repetiție se determină conținutul de impurități prin spălare.

Determinarea conținutului de substanță uscată se face gravimetric cu ajutorul termostatului (uscarea probelor la 105° pînă la greutatea constantă). Numai acolo unde nu există termostat, conținutul de substanță uscată se va determina cu refractometru. Nu se face determinarea conținutului de zahăr.

4.8. INUL DE FUIOR ȘI DE ULEI

Parametrii parcelei experimentale

Suprafața semănată	27,44 m²
Suprafața recoltată	20 m²
Lățimea semănată	1,96 m
Lățimea marcată	2,10 m
Lățimea recoltată	1,68 m
Lungimea semănată	14 m
Lungimea recoltată	11,90 m
Numărul rîndurilor semănate	14
Numărul rîndurilor recoltate	12
Distanța între rînduri	14 cm

Experiențele se vor executa în general după indicațiile date la experiențele cu cereale păioase.

Clima favorabilă plasării experienţelor cu in de fuior trebuie să fie răcoroasă, cu ploi multe şi bine repartizate şi cu umiditate atmosferică suficientă şi uniformă.

Solurile cerute de această plantă sînt cele de textură mijlocie, afînate, profunde, fertile şi foarte curate de buruieni.

Plantele premergătoare trebuie să lase terenul curat de buruieni. Pe locul destinat acestor experienţe, inul nu trebuie să fi fost cultivat în anteriorii 5—6 ani.

Îngrăşarea trebuie făcută cu multă chibzuinţă; astfel se va aplica puţin îngrăşămînt azotat (maximum 32 N) şi mult îngrăşămînt fosfatic (64 P_2O_5) şi potasic (80—120 K_2O). Îngrăşămîntul azotat se va da ca sulfat de amoniu, cel fosfatic ca superfosfat iar cel potasic ca sulfat. Nu trebuie aplicat direct gunoiul de grajd.

Pregătirea terenului se va realiza printr-o arătură de toamnă şi o pregătire cu grapa şi cultivatorul primăvara spre a se obţine un pat germinativ bine mărunţit. Pămîntul trebuie să fie în momentul semănatului aşezat şi nivelat, pentru ca seminţele să poată fi îngropate superficial şi la adîncime uniformă.

Sămînţa necesară (în cantitate de 4 kg de fiecare soi) va fi tratată cu fungicidele recomandate.

Semănatul se va face cu o cantitate de 140 kg sămînţă la hectar, care corespunde la un număr de circa 3 000 seminţe germinabile/m^2. În regiunile mai umede cantitatea de sămînţă se va putea ridica pînă la 160 kg/ha. Inul trebuie semănat superficial la 2—2,5 cm.

Semănatul se va face cît mai timpuriu, odată cu cerealele păioase de primăvară.

Lucrările de îngrijire constau în combaterea crustei care se formează după ploi, imediat după semănat, cu ajutorul tăvălugului cu cuie sau cu o grapă stelată uşoară, care sparge crusta fără a vătăma plantele.

Parcelele experimentale trebuie neapărat curăţite de buruieni prin plivit, care trebuie făcut cît mai timpuriu (de cînd plantele au 3—4 cm înălţime) şi cu mare atenţie, căutînd să nu se calce plantele. Plivitul va fi repetat de cîte ori este nevoie însă numai pînă cînd plantele au atins 20 cm înălţime, deoarece plantele mai înalte suferă mai mult din cauza călcării lor de către lucrători. Buruienile se combat prin prăşit sau prin erbicide.

Culturile comparative atacate de pureci vor fi tratate cu insecticide, care se aplică în zonele contaminate încă înainte de răsărit.

Observaţii şi determinări în timpul perioadei de vegetaţie se referă la:

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Starea culturii (1—9). Se apreciază de trei ori şi anume o dată cînd plantele au o înălţime de 15—20 cm, apoi în plin înflorit şi a treia oară în timpul formării capsulelor.

Data începutului înfloritului. Se notează în ziua cînd circa 10% din plante au cel puţin o floare.

Data sfîrşitului înfloritului. Se notează în ziua cînd circa 10% din plante mai înfloresc încă.

9 — Cîmpul de experienţă

Uniformitatea culturii (1—9). Se apreciază în special după înălțimea plantelor, culoarea florilor, gradul de ramificare etc.

Înălțimea plantelor (cm). Se determină înainte de recoltare și anume pînă la ultima capsulă.

Lungimea tehnică (cm). Se măsoară pînă la ramificarea cea mai de jos.

Rezistența la cădere (1—9). Se notează de două ori și anume prima dată înainte de înflorit și a doua oară înainte de recoltare.

Data maturității galbene timpurii.

Durata perioadei de vegetație (zile).

Data smulsului.

Culoarea tulpinilor la smuls.

Rezistența la boli (rugină și fuzarioză mai ales) și *insecte* (pureci mai ales) (1—9).

Recoltarea se face la începutul maturității galbene, adică atunci cînd frunzele și baza tulpinilor au început să se îngălbenească, frunzele de la baza tulpinilor au căzut, coastele capsulelor s-au îngălbenit și semințele s-au dezvoltat complet, sînt încă galbene, dar vîrful lor a început să se coloreze cafeniu. În această fază se obține atît producție de sămînță, cît și producție de fuior de o finețe și rezistență mijlocie.

Recoltarea se face după indicațiile date la cerealele păioase; astfel se smulg și se elimină de la cîntărire parcelele protectoare și tot astfel marginile frontale și cîte un rînd la fiecare margine longitudinală. După aceasta se recoltează restul suprafeței parcelelor.

Recoltarea se face prin smulgere și numai pe vreme uscată (deci nici pe ploaie, nici pe rouă); inul smuls se întinde imediat pe jos, unde se lasă pînă se usucă pe o parte, întorcîndu-se apoi și pe cealaltă parte, pentru ca uscarea plantelor (și deci și culoarea lor) să fie uniformă. După aceasta mănunchiurile se clădesc în colibe sau în conuri spre a se usca. După uscare tulpinile se leagă (numai cu tulpini de in) în mănunchiuri mici, care se etichetează și se transportă apoi sub șoproane, unde va continua uscarea. După aceea se va determina greutatea totală; apoi se trece inul prin darac pentru smulsul capsulelor, după care se determină greutatea tulpinilor și apoi a semințelor și plevelor, pentru fiecare repetiție.

Pentru calcularea producției, se vor face următoarele determinări :

— producția de tulpini uscate nedecapsulate, kg/parcelă;

— producția de tulpini uscate decapsulate, kg/parcelă;

— producția de sămînță, kg/parcelă;

— conținutul de substanță uscată al boabelor și al paielor pentru fiecare variantă;

— masa a 1 000 de boabe, g;

— % de grăsimi la substanța uscată.

Calcularea producției se face la 86% substanță uscată pentru tulpini și de 88% pentru sămînță. Producția se exprimă în q/ha cu o zecimală.

Experiențele cu soiuri de in de ulei se execută după aceleași norme ca și cele cu soiuri de in de fuior, cu următoarele deosebiri:

— *Îngrășarea* se va face cu cantități mai mari de îngrășăminte cu azot (N 48—64) și moderate la cele cu fosfor (P_2O_5 48) și cu potasiu (K_2O 60—80).

— *Semănatul* se va face mai rar și anume la o densitate de circa 600—700 semințe germinabile la m², ceea ce corespunde cu 50—60 kg sămînță la hectar. Distanța între rînduri va fi cuprinsă între 15—20 cm.

— *Recoltarea* se face la maturitatea deplină tot prin smulgere ca și la inul de fuior, și se determină atît producția de tulpini cît și de sămînță.

4.9. CÎNEPA DE FUIOR

Parametrii parcelei experimentale

Suprafața semănată	22,00 m²
Suprafața recoltată	20,00 m²
Lățimea semănată	2,00 m
Lățimea recoltată	2,00 m
Lungimea semănată	11,00 m
Lungimea recoltată	10,00 m
Numărul rîndurilor semănate	10
Numărul rîndurilor recoltate	10
Distanța între rînduri	20 cm

Clima favorabilă este cea moderat de caldă, cu ploi suficiente și bine repartizate în timpul perioadei de vegetație.

Solurile prielnice acestei culturi sînt cele fertile, profunde, afînate și reavăne, cu bune condiții de aprovizionare cu apă.

Planta premergătoare este de obicei o cereală păioasă.

Îngrășămintele se vor aplica din abundență acestei plante rapace, ținîndu-se însă seama ca ele să fie date armonic, deoarece excesul de îngrășăminte cu azot depreciază calitatea fibrelor. Doze de N 96 kg/ha, P_2O_5 64 kg/ha și uneori și K_2O 80 kg/ha sînt recomandabile.

Nu se va aplica direct gunoi de grajd deoarece provoacă mari neuniformități în solul cîmpului de experiență.

Pregătirea terenului se va face printr-o arătură adîncă de toamnă și printr-o bună mărunțire a patului germinativ primăvara.

Sămînța necesară pentru fiecare soi, socotind și o rezervă de un kg, este de 3 kg.

Semănatul se face la 20 cm între rînduri și 4—5 cm adîncime. Se seamănă 350—400 boabe germinabile la m² (ceea ce corespunde cu cantitatea de 80—90 kg/ha) în regiunile cu mai multe precipitații atmosferice și 300—350 boabe germinabile la m² (ceea ce corespunde cu 70—80 kg/ha) în zonele cu ploi mai puține. Epoca semănatului este după semănatul cerealelor păioase de primăvară, adică imediat ce pericolul înghețurilor tîrzii a trecut.

Lucrările de îngrijire se mărginesc doar la ținerea culturii curată de buruieni, prin grăpare, eventual plivire sau prășit. Atacul puricilor va fi combătut prin tratare cu insecticide.

Observații și determinări în timpul perioadei de vegetație se referă la:

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Starea culturii (1—9). Se notează de două ori, o dată cînd plantele au o înălțime de 25—30 cm și a doua oară în plin înflorit.

Uniformitatea (1—9).

Lungimea plantei (cm).

Rezistența la cădere (1—9).

Rezistența la boli și dăunători.

Recoltarea se face la sfîrșitul înfloritului plantelor mascule, care sînt în această fază îngălbenite și lasă să cadă, cînd sînt scuturate, ultimul lor polen.

Recoltarea se execută cu secera sau cu cositoarea, tăindu-se deodată atît plantele mascule cît și cele femele. Se seceră mai întîi și se elimină de la cîntărire parcelele protectoare precum și marginile frontale ale parcelelor experimentale și eventual cîte un rînd la fiecare margine longitudinală a fiecărei parcele. După aceea se recoltează restul plantelor din parcele.

După tăiere, tulpinile se așază cu grijă pe loc și se lasă să se usuce și să se îngălbenească pe o parte; după aceea cînepa se întoarce cu grijă, cu ajutorul bețelor, care se introduc sub tulpini, pentru ca să se usuce și pe cealaltă parte.

După uscare, tulpinile se leagă dublu (și sus și jos) în snopi cu un diametru de cel mult 20 cm și se etichetează. Apoi snopii se așază pentru a se usca mai departe, rezemați unul de altul în glugi. Cu prilejul legării snopilor se scutură frunzele prin frecarea tulpinilor una de alta și prin lovire. După 8—10 zile de la uscare, recolta fiecărei parcele se cîntărește și se înscrie în carnetul de observații.

Pentru determinarea conținutului de substanță uscată se iau probe de cîte 300 g de tulpini uscate din fiecare repetiție.

Producția de tulpini se recalculează la 86% substanță uscată și se indică în q/ha cu o zecimală.

Pentru determinarea conținutului de fibre și calității lor se iau probe după indicațiile cuprinse în anexa 3.

4.10. LEGUMINOASE PERENE DE NUTREȚ

(Trifoi, lucernă, sparcetă, ghizdei)

Parametrii parcelei experimentale

Suprafața semănată	24 m²
Suprafața recoltată	20 m²
Lățimea semănată	2 m
Lățimea recoltată	2 m
Numărul rîndurilor semănate	16
Numărul rîndurilor recoltate	16
Distanța între rînduri	12,5 cm

Terenul, pe care se instalează cîmpul de experiență, trebuie să fie plan și cît mai uniform în privința solului și subsolului. Se vor evita suprafețele cu depresiuni și bălțiri de apă.

Scanned with OKEN Scanner

Plantele premergătoare cele mai potrivite sînt cele prășitoare, abundent îngrășate cu gunoi de grajd. Se vor evita tarlalele, care în anteriorii 4—5 ani au fost cultivate cu specia respectivă.

Îngrășămintele minerale cu fosfor, eventual și cu potasiu se vor aplica atît în toamna anului anterior semănatului experienței precum și în toate toamnele anilor de folosință, după ultima coasă, cînd vor fi încorporate în sol prin grăpare și prașile. Trebuie relevat că leguminoasele de nutreț și în primul rînd lucerna, sînt mari consumatoare de îngrășăminte cu fosfor.

Leguminoasele de nutreț au nevoie și de o doză mică de îngrășămînt cu azot, necesar pentru pornirea vegetației primăvara. Acest îngrășămînt se aplică în cantitate mică (N 20) primăvara înainte de semănat și se repetă și în ceilalți ani pentru redresarea culturilor după pagube din timpul iernii sau după alte condiții nefavorabile de vreme.

Pe solurile acide trebuie aplicate toamna înainte de instalarea experienței, și amendamente calcaroase, după ce în prealabil s-a determinat *pH*-ul, fiind cunoscut că trebuie asigurat un *pH* de minimum 7 pentru lucernă și sparcetă și de minimum 5,5 pentru trifoi și ghizdei.

Pregătirea terenului se va face încă din toamnă printr-o arătură aplicată din vreme. Primăvara terenul se va curăți bine de buruieni și se va mărunți, avînd în vedere pe de o parte ritmul lent de dezvoltare la începutul perioadei de vegetație, iar pe de altă parte dimensiunile mici ale semințelor acestor leguminoase de nutreț. Înainte de semănat terenul se va tăvălugi ușor și apoi se va grăpa cu o grapă ușoară.

Semănatul se execută în cultură pură, deci fără plantă protectoare. Se seamănă cu mașina în rînduri, primăvara foarte timpuriu, folosindu-se distanța, adîncimea, cantitatea de sămînță și epoca de semănat obișnuite la culturile respective.

Sămînța se va inocula neapărat, dacă specia experimentată este cultivată pentru prima dată pe tarlaua respectivă.

Lucrările de îngrijire vor consta din grăpări, eventual completate cu pliviri, pentru ca experiențele să fie menținute curate de buruieni. În anul în care s-au semănat experiențele, ultima coasă se va face suficient de devreme toamna și destul de sus, pentru a se evita pierderi în timpul iernii. După fiecare coasă se va grăpa.

Observațiile și determinările în timpul perioadei de vegetație în anul în care s-au semănat experiențele se referă la:

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Puritatea culturii (1—9). Se referă la absența altor specii cultivate și a buruienilor.

Starea culturii (1—9). Se apreciază de trei ori și anume, prima dată la patru săptămîni după răsărit, a doua oară la apariția inflorescențelor și ultima dată tîrziu toamna, cînd se referă în special la densitatea culturii.

Data începutului înfloritului.

Data sfîrșitului înfloritului.

Înălțimea de creștere (cm). Se notează înainte de coasă.

Puterea de otăvire (1—9).

Scanned with OKEN Scanner

Plantele premergătoare cele mai potrivite sînt cele prăşitoare, abundent îngrăşate cu gunoi de grajd. Se vor evita tarlalele, care în anteriorii 4—5 ani au fost cultivate cu specia respectivă.

Îngrăşămintele minerale cu fosfor, eventual şi cu potasiu se vor aplica atît în toamna anului anterior semănatului experienţei precum şi în toate toamnele anilor de folosinţă, după ultima coasă, cînd vor fi încorporate în sol prin grăpare şi praşile. Trebuie relevat că leguminoasele de nutreţ şi în primul rînd lucerna, sînt mari consumatoare de îngrăşăminte cu fosfor.

Leguminoasele de nutreţ au nevoie şi de o doză mică de îngrăşămînt cu azot, necesar pentru pornirea vegetaţiei primăvara. Acest îngrăşămînt se aplică în cantitate mică (N 20) primăvara înainte de semănat şi se repetă şi în ceilalţi ani pentru redresarea culturilor după pagube din timpul iernii sau după alte condiţii nefavorabile de vreme.

Pe solurile acide trebuie aplicate toamna înainte de instalarea experienţei, şi amendamente calcaroase, după ce în prealabil s-a determinat *pH*-ul, fiind cunoscut că trebuie asigurat un *pH* de minimum 7 pentru lucernă şi sparcetă şi de minimum 5,5 pentru trifoi şi ghizdei.

Pregătirea terenului se va face încă din toamnă printr-o arătură aplicată din vreme. Primăvara terenul se va curăţi bine de buruieni şi se va mărunţi, avînd în vedere pe de o parte ritmul lent de dezvoltare la începutul perioadei de vegetaţie, iar pe de altă parte dimensiunile mici ale seminţelor acestor leguminoase de nutreţ. Înainte de semănat terenul se va tăvălugi uşor şi apoi se va grăpa cu o grapă uşoară.

Semănatul se execută în cultură pură, deci fără plantă protectoare. Se seamănă cu maşina în rînduri, primăvara foarte timpuriu, folosindu-se distanţa, adîncimea, cantitatea de sămînţă şi epoca de semănat obişnuite la culturile respective.

Sămînţa se va inocula neapărat, dacă specia experimentată este cultivată pentru prima dată pe tarlaua respectivă.

Lucrările de îngrijire vor consta din grăpări, eventual completate cu pliviri, pentru ca experienţele să fie menţinute curate de buruieni. În anul în care s-au semănat experienţele, ultima coasă se va face suficient de devreme toamna şi destul de sus, pentru a se evita pierderi în timpul iernii. După fiecare coasă se va grăpa.

Observaţiile şi determinările în timpul perioadei de vegetaţie în anul în care s-au semănat experienţele se referă la:

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Puritatea culturii (1—9). Se referă la absenţa altor specii cultivate şi a buruienilor.

Starea culturii (1—9). Se apreciază de trei ori şi anume, prima dată la patru săptămîni după răsărit, a doua oară la apariţia inflorescenţelor şi ultima dată tîrziu toamna, cînd se referă în special la densitatea culturii.

Data începutului înfloritului.

Data sfîrşitului înfloritului.

Înălţimea de creştere (cm). Se notează înainte de coasă.

Puterea de otăvire (1—9).

Scanned with OKEN Scanner

Stadiul de dezvoltare la coasă. Se va indica dacă s-a cosit la îmbobocit, la începutul înfloritului etc.

Rezistența la boli și dăunători (1—9).

În anii de folosință se va nota:

a) Starea culturii (1—9). Se va aprecia prima dată la ieșirea din iarnă, apoi la încheierea rîndurilor, a treia oară la apariția inflorescențelor (notarea făcîndu-se la fiecare coasă) și ultima, înainte de intrarea în iarnă.

b) Data începutului înfloritului.

c) Data sfîrșitului înfloritului.

d) Înălțimea de creștere (cm).

e) Puterea de otăvire (1—9).

f) Stadiul de dezvoltare la ultima coasă.

g) Rezistența la boli și dăunători (1—9).

h) Determinarea numărului plantelor pe o suprafață fixă (de probă).

Recoltarea trebuie să se facă la același stadiu de dezvoltare pentru fiecare soi și anume în plin înflorit pentru trifoi și la îmbobocit pentru celelalte trei. Nu se va recolta pe rouă sau imediat după ploaie.

Înainte de a se recolta experiența propriu-zisă, se vor recolta și îndepărta perdelele; apoi pentru înlăturarea influenței marginii, se vor îndepărta la ambele margini frontale fîșiile și suprafețele suplimentare delimitate prin șănțulețe încă din primăvară.

Înlăturarea influenței vecinilor se va face numai dacă soiurile sau provenientele experimentate diferă mult în înălțime, ritm de dezvoltare, rapacitate etc.

După înlăturarea influenței marginii, eventual și a vecinilor, se vor recolta parcelele, cosindu-se cu grijă la aceeași înălțime; apoi se va cîntări masa verde, iar pentru determinarea recoltei de fîn se vor lua din fiecare variantă probe medii de cîte 3 kg de masă verde pentru determinarea substanței uscate și procentului de frunze și de lăstari.

Calcule. Se va determina pentru fiecare coasă și pentru suma coaselor:

— producția de masă verde în t/ha cu o zecimală, la fiecare parcelă;

— producția de masă uscată (fîn) în q/ha, cu o zecimală, la fiecare variantă.

Darea de seamă finală se va întocmi după doi ani de folosință la trifoi și după patru ani la lucernă, sparcetă și ghizdei.

Pentru examinarea producției de sămînță se vor face experiențe separate. Parametrii parcelei experimentale vor fi calculați după distanțele mai mari între rînduri, care la lucernă de exemplu, pot fi de 50—80 cm, păstrîndu-se aceeași suprafață a parcelei pentru toate variantele.

La observațiile de vegetație se va prevedea în plus data maturității semințelor și rezistența la scuturare (1—9).

La recoltare se vor lua probe de cîte 200 g sămînță pentru determinarea substanței uscate și purității.

Producția de sămînță se va calcula la fiecare parcelă la 88% substanță uscată în q/ha cu două zecimale, iar producția de tulpini uscate la fiecare parcelă în q/ha cu o zecimală.

Scanned with OKEN Scanner

4.11. MĂZĂRICHEA DE PRIMĂVARĂ (VICIA SATIVA), MĂZĂRICHEA DE TOAMNĂ (V. VILLOSA ŞI V. PANNONICA)

Parametrii parcelei experimentale

Mărimea parcelei semănate	22 m²
Mărimea parcelei recoltate	20 m²
Lăţimea parcelei semănate	2 m
Lăţimea parcelei recoltate	2 m
Lungimea parcelei semănate	11 m
Lungimea parcelei recoltate	10 m
Distanţa între rînduri	12,5 m

Întrucît la aceste leguminoase de nutreţ interesează atît producţia de nutreţ cît şi de sămînţă, trebuie executate pentru aceste scopuri diferite, două experienţe separate, una pentru nutreţ şi alta pentru sămînţă.

Pentru producerea de sămînţă, măzărichea va fi semănată cu plantă de sprijin.

În cazurile în care măzăricile sau borceagurile respective sînt folosite în zonă cultivate în mirişte, experienţa se va executa în aceste condiţii.

Îngrăşarea cu azot, fosfor şi eventual cu potasiu se va face pe cît posibil prin aplicarea lor la planta premergătoare, iar dacă aceasta nu este posibil se va face la arătura de bază.

Pregătirea terenului se face printr-o arătură de toamnă şi prin mărunţirea şi afînarea patului germinativ în preajma semănatului.

Semănatul. În experienţele, în care se urmăreşte producţia de masă verde, se va semăna măzărichea de primăvară cu o densitate de 200 boabe germinabile la m², ceea ce face — la o masă a 1 000 de boabe de 70 g — 140 kg/ha, iar măzărichea de toamnă cu o densitate de 300 boabe germinabile la m², ceea ce face — la o masă a 1 000 de boabe de 40 g — 120 kg/ha.

În experienţele destinate a determina producţia de sămînţă se va semăna la măzărichea de primăvară 50 kg/ha la care se adaugă 100 kg/ha ovăz ca plantă de sprijin, iar la măzărichea de toamnă 60 kg/ha măzăriche şi în plus 100 kg/ha secară, orz sau grîu de toamnă ca plantă de sprijin.

Este recomandabil ca semănatul măzărichii şi al plantei de sprijin să se facă în două mersuri separate ale maşinii.

Separarea parcelelor experimentale se va face printr-un rînd de ovăz sau de grîu de primăvară la măzărichea de primăvară şi printr-un rînd de grîu de toamnă la măzăricile de toamnă.

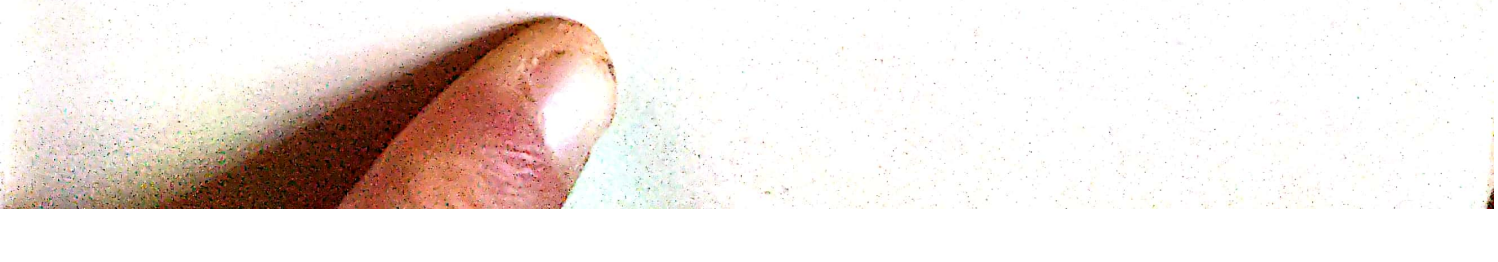
Lucrările de îngrijire constau din spargerea crustei înainte de răsărire şi din combaterea buruienilor, bolilor şi dăunătorilor.

Observaţiile şi determinările în timpul perioadei de vegetaţie se referă în special la:

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Starea culturii înainte de venirea iernii (1—9).



Starea culturii la ieșirea din iarnă (1—9).

Dezvoltarea culturii (1—9). Aceasta se va nota la 4 săptămîni după ce s-a apreciat răsăritul, apoi la 3 săptămîni de la începerea vegetației primăvara și a treia oară la începutul înfloritului.

Data începutului înfloritului.

Puritatea soiului (1—9).

Înălțimea plantelor (cm).

Rezistența la cădere (1—9). Se va nota de două ori și anume odată la prima cădere și a doua oară înainte de coasă.

Data cositului.

Rezistența la boli și dăunători (1—9).

Rezistența la crăpare a păstăilor (în experiențele pentru producerea de sămînță).

Se va nota de asemenea amestecul cu alte soiuri, specii și cu buruieni. Dacă acest amestec variază între 10 și 35%, aprecierea din cîmp va fi completată cu analiza botanică la două repetiții pentru fiecare variantă. Dacă acest amestec trece de 35%, experiența nu mai merită a fi valorificată.

Recoltarea pentru masă verde se va face în toiul înfloritului măzărichii, adică atunci cînd mai mult de 50% din plante au înflorit, totuși înainte de formarea primelor păstăi. Dacă variantele se deosebesc, totuși, în privința datei înfloritului, ele se vor recolta la date deosebite. După recoltare se vor lua probe de cîte 3 kg pentru determinarea conținutului de substanță uscată, care se va face pentru fiecare variantă.

Recoltarea pentru producerea de sămînță se va face atunci cînd majoritatea păstăilor s-au brunificat și boabele lor s-au întărit. După uscare și treierat se va determina pentru fiecare parcelă producția de boabe, separat pentru măzăriche și pentru planta de sprijin, precum și producția de paie.

Se va determina de asemenea conținutul de substanță uscată pentru fiecare variantă, în care scop se vor lua probe de cîte 200 g semințe de la măzărici și de la planta de sprijin.

Producțiile de masă verde se vor calcula pentru fiecare parcelă în t/ha cu o zecimală și producțiile de substanță uscată se vor calcula pentru fiecare variantă în q/ha cu o zecimală.

Producțiile de boabe se vor recalcula la 86% substanță uscată în q/ha cu o zecimală.

4.12. IARBA DE SUDAN

Parametrii parcelei experimentale

Suprafața semănată	24,00 m²
Suprafața recoltată	20,00 m²
Lățimea semănată	2 m
Lățimea recoltată	2 m
Lungimea semănată	12 m
Lungimea recoltată	10 m
Distanța între rînduri	20 cm

Scanned with OKEN Scanner

Cerinţele faţă de climă sînt mari. Iarba de Sudan este foarte pretenţioasă la căldură, sensibilă la temperaturi scăzute. În schimb este foarte rezistentă la secetă şi arşiţă.

Cerinţele faţă de sol sînt moderate; totuşi recoltele cele mai mari le dă numai pe soluri mijlocii, calde, profunde, fertile, în bună stare de cultură şi foarte curate de buruieni.

Planta premergătoare poate fi oricare, deoarece iarba de Sudan reuşeşte, din cauza semănatului tîrziu, să dea recolte bune chiar ca o cultură de miriște după secară, folosită ca nutreţ verde, borceag de toamnă etc.

Îngrăşarea se va face cu doze mari de gunoi de grajd aplicate plantei premergătoare şi cu îngrăşăminte fosfatice şi azotate date direct, ţinînd seama de cerinţele speciale ale solului respectiv.

Semănatul se face tîrziu, seminţele avînd un minimum de germinare destul de ridicat (14°).

Distanţa de semănat este de 12,5—20 cm, adîncimea 4—6 cm iar cantitatea de sămînţă este de 25—30 kg/ha.

Lucrările de îngrijire constau în spargerea crustei (înainte şi după răsărit).

Recoltarea se face la începutul înspicării. Se vor lua probe pentru determinarea conţinutului de substanţă uscată şi conţinutului de proteină.

4.13. PORUMBUL DE SILOZ

Se vor aplica indicaţiile date la porumbul de boabe, cu următoarele deosebiri:

Îngrăşarea va fi făcută cu mai multe îngrăşăminte azotate (N 80—100 kg/ha).

Semănatul se va face cu o densitate mai mare (cu cca 10 000 plante/ha mai multe ca la porumbul de boabe), iar distanţa între rînduri va fi de 80 cm.

Numărul plantelor recoltabile va fi de 100 la fiecare parcelă, ceea ce necesită o suprafaţă semănată de cca 20 m^2.

Observaţii şi determinări în timpul perioadei de vegetaţie. Se va nota:

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Data răritului.

Numărul golurilor după rărit.

Starea culturii (1—9). Se va aprecia prima dată la trei săptămîni după rărit, a doua oară la formarea completă a ştiuleţilor şi a treia oară înainte de recoltare.

Data înspicatului.

Căderea (1—9).

Data fazei de maturitate lapte-ceară.

Data recoltării.

Recoltarea. Variantele care nu se diferenţiază în privinţa ajungerii în faza de lapte ceară mai mult de 5 zile, se vor recolta în aceeaşi zi. Se va lua, înainte de recoltare, din fiecare parcelă, o probă de 20 plante, care se va separa în două

Scanned with OKEN Scanner

părți: 1. știuleți despănușați și 2. tulpini, frunze și pănuși. Fiecare din aceste părți se va cîntări separat iar greutatea determinată se va înscrie la fiecare parcelă. Determinarea substanței uscate se va face separat pentru fiecare din cele două părți indicate; în acest scop probele de știuleți din toate parcelele repetiții se vor amesteca, apoi se vor toca și se va lua o probă medie pentru determinarea substanței uscate. Se va proceda la fel și pentru probele de tulpini, frunze și pănuși.

La recoltare se vor face următoarele înregistrări:

— mărimea parcelei experimentale (m^2);

— masa verde totală în kg la parcelă, inclusiv greutatea probei;

— greutatea știuleților despănușați din proba luată din parcelă, în kg;

— greutatea tulpinilor, frunzelor și pănușilor din proba luată din parcelă, în kg;

— conținutul de substanță uscată al știuleților;

— conținutul de substanță uscată al tulpinilor, frunzelor și pănușilor.

4.14. PORUMBUL MASĂ VERDE

Parametrii parcelei experimentale

Suprafața parcelei semănate	30,00 m^2
Suprafața parcelei recoltate I coasă	11,25 m^2
Suprafața parcelei recoltate II coasă	11,25 m^2
Lățimea parcelei semănate	2,50 m
Lățimea parcelei recoltate	2,50 m
Lungimea parcelei semănate	12,00 m
Lungimea parcelei recoltate I coasă	4,50 m
Lungimea parcelei recoltate II coasă	4,50 m

Influența marginii frontale va fi eliminată, prin îndepărtarea unei lățimi de 1,00 m la marginea frontală, cu prilejul primei epoci de cosit. Apoi la epoca a doua, se elimină o lățime de 1 m la începutul și 1 m la sfîrșitul parcelei rămase.

Planta premergătoare este de obicei o cereală păioasă de toamnă.

Îngrășarea se face abundent cu cca. 100 kg/ha N.

Semănatul se va face cu mașina. Cantitatea de sămînță se va calcula pe baza masei a 1 000 boabe, capacității germinative și densității plantelor/ha, aceasta oscilînd între 300 000 la hibrizii mai tardivi și 400 000 la hibrizii mai precoce.

Distanța între rînduri este de 25 cm.

Lucrările de îngrijire se referă la prașile, efectuate la începutul perioadei de vegetație. Porumbul masă verde nu se rărește.

Scanned with OKEN Scanner

Observaţiile şi determinările în timpul perioadei de vegetaţie se referă în special la:

Data răsăritului.

Aprecierea răsăritului (1—9).

Densitatea răsăritului. Se determină prin numărarea plantelor pe o lungime de 3 m.

Ritmul de dezvoltare (1—9). Se notează la 3 săptămîni după răsărit.

Uniformitatea (1—9).

Starea culturii înainte de recoltare (1—9).

Căderea (1—9).

Stadiul de creştere la recoltare.

Data recoltării.

Recoltarea se va face la apariţia paniculelor pentru fiecare hibrid. La recoltare se notează: mărimea parcelei recoltate (m^2), producţia de masă verde (kg la parcelă), conţinutul de substanţă uscată, conţinutul de proteină brută în masa uscată.

Pentru determinarea conţinutului de substanţă uscată şi de proteină se ia din fiecare repetiţie cîte o probă, care constă dintr-un rînd (tulpini şi frunze), care se cîntăreşte şi se toacă scurt. După ce se amestecă cu grijă probele din toate repetiţiile, se iau din această probă generală cîte două probe medii a cîte 2 kg, la care se vor face determinările.

Dacă determinările nu se fac în laboratorul propriu, probele se vor pune în pungi de plastic pe care se va nota greutatea exactă la expedierea probei. Probele trebuie trimise imediat pentru ca analiza să poată fi efectuată la cel mult 24 ore după recoltare.

Producţiile de masă verde vor fi recalculate pentru fiecare parcelă în t/ha cu o zecimală, iar producţiile de masă uscată în q/ha cu o zecimală pentru fiecare variantă.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL

5

EXPERIENȚE CU TRATAMENTE

Sînt incluse aici experiențele cu îngrășăminte (inclusiv amendamente), metode de pregătire a solului și de îngrijire a culturilor (inclusiv tratamentele cu erbicide, fungicide, insecticide, fitoregulatori etc.), metode de irigare, sisteme de rotații etc.

5.1. EXPERIENȚE CU ÎNGRĂȘĂMINTE ȘI AMENDAMENTE

Rezultatele experiențelor de cîmp sînt hotărîtoare pentru aplicarea îngrășămintelor, deși experiențele în vase sînt frecvent folosite și cu toate că metodele chimice pentru determinarea fertilității solului s-au perfecționat mult.

Cercetările au arătat că experiențele în vase, deși sînt prețioase, ele permițînd studiul analitic al factorilor de vegetație, dau, însă, numai o orientare prealabilă asupra acțiunii diferitelor îngrășăminte și anume numai pentru acidul fosforic și potasiu, în timp ce pentru determinarea azotului experiențele în vase sînt neconcludente. Aceste constatări sînt îndreptățite, dacă ținem seama că la experiențele în vase se lucrează cu pămînt puțin și lipsit de subsol, cu udare artificială etc., condiții mult diferite de cele din cîmp, unde plantele absorb substanțele nutritive și din straturile mai adînci ale pămîntului, și unde ploaia vine foarte neregulat.

Experiențele de cîmp au avantajul că aduc rezultate experimentale obținute chiar în mediul, în care vor fi aplicate în cultura mare.

Scanned with OKEN Scanner

Cele mai precise rezultate se obțin atunci cînd se execută concomitent analize de laborator, experiențe în vase și experiențe de cîmp, rezultatele tuturor confruntîndu-se și completîndu-se.

Experiențele cu îngrășăminte ne orientează asupra stării de fertilitate a solurilor. Această orientare este necesară deoarece plantele agricole extrag anual din sol mari cantități din rezervele nutritive, dintre care unele se cer imediat înlocuite. Spre a menține fertilitatea solurilor este nevoie să se aplice îngrășăminte organice și minerale. Pentru aceasta trebuie să se cunoască prin experiențe necesitatea de îngrășăminte, care diferă mult după constituția solului, după climă, după nevoile variate ale fiecărei specii de plante și fiecărui soi, după cum este folosit gunoiul de grajd, îngrășămîntul verde, compostul sau gunoiul artificial.

Nevoia de îngrășăminte depinde nu numai de rezervele nutritive din sol, ci și de mulți factori (umiditate, temperatură, lucrarea solului etc.), a căror colaborare face să varieze mult absorbția hranei la diferitele plante. Deoarece și rezerva de substanțe nutritive a solului și diferiții factori de vegetație variază mult, trebuie să se determine pentru fiecare teren în parte nevoia de îngrășăminte a diferitelor plante agricole. Experiențele cu îngrășăminte ne pot da această informare, arătînd care sînt elementele ce se găsesc neîndestulător în diferitele terenuri, sub ce formă trebuie să se aplice îngrășămintele respective, în ce cantitate și în ce fel. Aceste experiențe dau îndrumări precise, cu ajutorul cărora se poate spori fertilitatea solului, asigurînd realizarea de recolte maxime și susținute.

Cu tot numărul mare de experiențe cu îngrășăminte care se execută în toate zonele, se impune continuarea și extinderea acestor cercetări, domeniul lor devenind în ultimul timp mai vast. Într-adevăr este suficient să arătăm aci că îngrășămintele se vor pune în cantități tot mai mari la dispoziția agriculturii noastre, că apar noi sortimente de îngrășăminte (ureea, îngrășămintele lichide cu azot etc.) și că efectele îngrășămintelor aplicate trebuie studiate folosind noile soiuri, ce apar permanent precum și condițiile din culturile irigate, a căror suprafață sporește vertiginos an de an.

Pe lîngă aceasta este necesar ca prin acumularea de date cît mai numeroase asupra efectului îngrășămintelor și folosind metodele moderne de calcul, să se ajungă la o cunoaștere mai completă a factorilor, care determină eficacitatea diferită a îngrășămintelor în diferite condiții.

I. STRUCTURA

Astăzi, în cîmpurile experimentale bine organizate se fac aproape exclusiv experiențe polifactoriale, unde se urmărește efectul diferitelor feluri de îngrășăminte aplicate la diferite adîncimi de arături la principalele soiuri (respectiv hibrizi) cultivate. Rareori și mai ales în condiții de producție se fac numai experiențe cu gunoi de grajd sau numai cu doze fixe de îngrășăminte minerale.

Variantele, ce se pot introduce în experiențele cu îngrășăminte organice și minerale, pot reprezenta diferite cantități de îngrășăminte, diferite epoci și metode de împrăștiat (sub brazdă la diferite adîncimi, pe toată suprafața, în cuiburi, în rînduri etc.).

Scanned with OKEN Scanner

Cele mai interesante variante din experiențele cu îngrășăminte sînt următoarele:

a) *Gunoiul de grajd, compostul și gunoiul artificial.* Trebuie să se aibă în vedere ca respectivele îngrășăminte să fie cît mai uniforme; astfel de exemplu gunoiul de grajd trebuie să provină de la o singură specie de animale, să fie omogen, luat din aceeași parte a platformei, și bine amestecat. Acolo unde aceste variante se mențin în experiențe timp de mai mulți ani, trebuie să fie cunoscută cît mai exact compoziția chimică a gunoiului. Proba care se va trimite la analiză, trebuie să reprezinte media gunoiului folosit.

Împrăștierea în cîmp a gunoiului de grajd trebuie să se facă din coșuri anterior cîntărite exact cu dozele necesare fiecărei parcele.

Efectele acestor îngrășăminte trebuie urmărite nu numai la cultura căreia i s-a aplicat direct, ci și încă alți 3—4 ani, la culturile ce se succed în rotația obișnuită, aceasta în scopul de a se constata acțiunea remanentă a acestor îngrășăminte.

Gunoiul de grajd poate fi aplicat în diferite cantități și în diferite stadii de fermentare, de la mraniță pînă la paie tocate și coceni tocați, sub aceste diferite forme și în diferite cantități putînd fi aplicat fie singur, fie amestecat cu diferite îngrășăminte minerale, acestea la rîndul lor în diferite doze, creîndu-se astfel o întreagă gamă de combinații, ce sînt introduse ca variante diferite în experiențe.

b) *Urina și mustul de gunoi* aplicate în diferite cantități, împrăștiate la diferite epoci, încorporate la diferite adîncimi etc.

c) *Îngrășămintele verzi* fie în culturi pure de toamnă (măzăriche păroasă, trifoi încarnat, rapiță etc.), fie în culturi ascunse (sulfină, rapiță, trifoi roșu), fie în culturi de miriște (lupin, măzăriche, bob etc.). Variantele cu îngrășăminte verzi pot fi simple sau combinate cu îngrășăminte minerale.

d) *Îngrășămintele minerale* (N, P, K) aplicate în diferite doze, sub diferite forme, la diferite epoci, în diferite feluri de încorporare etc.

Pentru calcularea cantităților de împrăștiat sînt suficiente, pentru cele mai multe experiențe, indicațiile despre conținutul în substanță activă, date de fabricile respective. Însă în cazurile cînd este vorba de experiențe riguroase și de o dozare mai fină a cantităților de substanță activă, trebuie executată o analiză exactă a îngrășămîntului respectiv.

e) *Amendamentele calcaroase* aplicate sub diferite forme: calcar fin măcinat, spuma de defecație provenită de la fabricile de zahăr, praful de clincher, care se obține de la fabricile de ciment ș.a.

f) *Îngrășăminte cu microelemente.* Descoperirea microelementelor, cam pe la 1900, s-a dovedit a avea o importanță deosebită pentru foarte multe regiuni ale globului. S-au identificat pînă acum circa 16 microelemente, a căror prezență este esențială pentru creșterea normală a plantelor. Uneori este nevoie să se aplice solului cantități infime din unele microelemente ca să se obțină sporuri foarte mari de recoltă. Ca exemplu citățm că aplicarea de mai puțin de 70 g/ha molibden a făcut să sporească producțiile pe pășunile din Australia de 4 pînă la 10 ori (S a l m o n și col. 1964). Dintre microelemente merită a fi luate în considerație ca variante în experiențe în primul rînd magneziul, borul, cuprul, manganul, molibdenul, zincul, cobaltul ș.a.

g) *Îngrășăminte bacteriene* (nitragin, azotobacterin, fosfobacterin etc).

Scanned with OKEN Scanner

II. PLANTELE CU CARE SE EXPERIMENTEAZĂ

Pentru a obține rezultate concludente trebuie acordată o deosebită atenție plantelor, soiurilor și calității seminței, cu care se experimentează.

Deoarece plantele au cerințe deosebite față de substanțele nutritive, pe care le extrag din sol, este recomandabil să se execute experiențe cu îngrășăminte la toate plantele folosite în rotația obișnuită, tocmai spre a se afla la care plante să se îngrașe mai mult spre a se obține producții maxime.

Soiul sau hibridul folosit va fi cel raionat în regiune. Acolo unde există indicații certe asupra soiurilor de perspectivă, va fi folosit dintre acestea cel mai productiv, care să poată valorifica la maximum condițiile favorabile oferite prin îngrășăminte. Procedînd astfel se pot obține recolte mari și în consecință erori experimentale mici procentual.

La experiențele cu îngrășăminte se ține seama și de influența, pe care soiul folosit o exercită asupra rezultatelor experimentale, deoarece soiurile posedă o capacitate diferită de a valorifica îngrășămintele ce li se aplică. De aceea, cel mai nimerit este să se execute experiențe polifactoriale cu diferite îngrășăminte aplicate la diferite soiuri, folosind diferite metode culturale și să se repete aceste experiențe cu fiecare soi nou introdus în cultură.

Sămînța destinată a fi folosită în experiențele cu îngrășăminte trebuie să aibă o ridicată valoare culturală și să fie tratată cu fungicide. Cartofii trebuie să fie de o proveniență cît mai bună pentru ca producțiile să nu fie micșorate prin apariția virozelor.

III. MĂRIMEA PARCELEI

Parcelele în experiențele cu îngrășăminte vor avea suprafața recoltată indicată pentru fiecare cultură la experiențele cu soiuri (cap. 4). Însă suprafața semănată va fi mai mare, deoarece trebuie să se prevadă, de o parte și de alta, pe laturile lungi ale parcelelor, cîte o fîșie separatoare, lată de 0,5—1 m, care se îndepărtează la recoltare, în scopul eliminării influenței variantelor vecine. Spre a se ușura îndepărtarea acestei fîșii separatoare, ea se delimitează încă de primăvara timpuriu prin sîrme sau în lipsa lor, prin șănțulețe late de 10 cm, ori (în regiuni mai umede) printr-o cultură ascunsă.

IV. ALEGEREA LOCULUI, ROTAȚIA ȘI PREGĂTIREA TERENULUI

Alegerea locului pentru experiențele cu îngrășăminte se va face cu o deosebită grijă; terenul va trebui să fie nu numai cît mai uniform, dar și cît mai reprezentativ pentru tarlaua, a cărei fertilitate se urmărește să se afle. Trebuie evitate tarlalele, care au fost îngrășate neuniform cu îngrășăminte minerale în timpul celor 5 ani anteriori de cultură sau cu gunoi de grajd în timpul celor 8 ani anteriori instalării cîmpului de experiență.

Rotația va fi cea obișnuită în gospodăria, unde se experimentează. Dacă solurile sînt uniforme pe mari întinderi, permițînd astfel să se tragă concluzii

Scanned with OKEN Scanner

valabile pentru o întreagă regiune, se va adopta rotația practicată în majoritatea gospodăriilor din regiunea respectivă. În timpul întregii rotații, toată suprafața destinată cîmpului de experiență va trebui să fie la fel lucrată.

Pregătirea terenului se va face în modul cel mai rațional indicat de rezultatele experiențelor cu lucrări de pregătire a solului. Mult mai bine este să se execute experiențe polifactoriale cu îngrășăminte, metode culturale și soiuri.

V. APLICAREA ÎNGRĂȘĂMINTELOR ȘI SEMĂNATUL

Cu excepția experiențelor, în care se urmărește să se afle cea mai bună metodă de aplicare, îngrășămintele se vor împrăștia înainte de a executa lucrările de pregătire a solului și apoi prin arături se vor băga sub brazdă, unde ele găsesc mai multă umiditate.

Pentru ca îngrășămintele să fie împrăștiate în cele mai bune condiții se recomandă următoarele:

a) Îngrășămintele se vor cîntări foarte exact și se vor pune în săculeți deosebiți pentru fiecare parcelă experimentală. Se va da cîntăririi o atenție cu atît mai mare, cu cît conținutul de substanță activă este mai mare și cu cît suprafața de îngrășat este mai mică.

b) Îngrășămintele vor fi amestecate cu pămînt în scopul obținerii unui amestec omogen, mai ușor de repartizat uniform precum și pentru a se împiedica prăfuirea și suflarea îngrășămintelor pe parcelele vecine. De aceea, pămîntul trebuie să fie reavăn; pentru a-l găsi în gradul de umiditate necesar, el se va lua fie de la suprafață, fie din straturile mai adînci, după starea de umiditate a diferitelor straturi. Pămîntul va fi curățit (într-un lighean mic) de pietre și fărîmițat cît mai fin prin frecare între mîini.

c) Amestecul de îngrășămînt cu pămînt se va împrăștia în două mersuri și cît mai uniform pe fiecare parcelă; pentru aceasta se va face amestecul corespunzător de mare. În caz că mai rămîn încă în lighean puține îngrășăminte chiar după ce s-a împrăștiat în două mersuri pe fiecare parcelă ele vor fi răspîndite în mijlocul parcelei. Împrăștierea îngrășămintelor se va face de către un lucrător priceput, de dorit chiar de conducătorul experienței.

d) Se va alege, pentru uniforma împrăștiere a îngrășămintelor, o vreme cît mai favorabilă și în special fără vînt și fără ploaie.

e) Spre a asigura o uniformitate mare în densitatea plantelor, semănatul se va face perpendicular pe direcția arăturii.

VI. LUCRĂRI DE ÎNGRIJIRE ȘI OBSERVAȚII DE VEGETAȚIE

În timpul perioadei de vegetație se vor aplica culturilor lucrările obișnuite; grija de căpetenie va fi aceea de a ține culturile curate de buruieni, a căror prezență deformează rezultatele experimentale.

În carnetele de observații se va nota data cînd au fost împrăștiate îngrășămintele și cînd s-a semănat, iar în timpul vegetației se vor nota de mai multe

Scanned with OKEN Scanner

ori principalele date asupra vigorii plantelor și asupra apariției bolilor și diferitelor pagube (cădere, atac de insecte etc.).

În special, trebuie făcute observații asupra epocii cînd începe să se vadă efectul acțiunii diferitelor îngrășăminte, precum și influența fiecărui îngrășămînt asupra rezistenței la ger și la cădere, asupra ritmului de dezvoltare, asupra datei înspicatului și maturității, asupra îmburuienării etc.

Toate aceste observații trebuie puse în legătură cu mersul vremii, notîndu-se și dacă anul respectiv a fost normal sau excepțional (excesiv în privința gerului, secetei, căldurii etc.) și dacă în general a fost favorabil dezvoltării culturii respective.

Aceste observații de vegetație comparate cu datele meteorologice pot explica neeficacitatea unui îngrășămînt (de exemplu în anii de secetă), cu toate că solul impune folosirea îngrășămîntului respectiv.

VII. RECOLTAREA

Înainte de recoltarea experienței propriu-zise se înlătură perdelele; apoi se elimină influența vecinilor și anume la plantele, care se seamănă în rînduri apropiate, se elimină, pe fiecare latură lungă a fiecărei parcele, cîte o fîșie lată de 0,5 m la experiențele anuale și de 1 m la experiențele de durată; la plantele prășitoare fîșia cuprinde cîte un rînd sau un multiplu al distanței între rînduri astfel ca să se realizeze o fîșie, care se elimină, lată de 0,7—1,0 m. Eliminarea influenței marginii la părțile frontale (dinspre drumuri) se face prin îndepărtarea fîșiilor pe lățimea prevăzută la planificarea experienței.

Apoi fiecare parcelă experimentală va fi recoltată separat.

Recoltarea la cerealele păioase va fi executată cu secera; se va da o deosebită atenție ca paiele să fie tăiate la aceeași înălțime. Cel mai bine este să se folosească secerătoarea motorizată sau combina specială pentru experiențe.

Recoltarea trebuie făcută pe vreme bună; dacă vremea se menține nefavorabilă, recolta trebuie uscată sub șoproane.

Lucrările de recoltare inclusiv eliminarea influenței golurilor ca și luarea probelor sînt descrise amănunțit pentru fiecare cultură în capitolul 4 (experiențele cu soiuri). În special trebuie urmărit prin analize speciale modul cum îngrășămintele influențează calitatea recoltei (procentul de gluten la grîu, de amidon la cartofi, de substanță uscată la sfecla de nutreț, de zahăr la sfecla de zahăr, de fibre la in și cînepă, precum și calitatea fibrelor la plantele textile etc.).

VIII. DURATA

Producțiile obținute pe parcelele experimentale pot să fie deformate din cauze accidentale (secetă, cădere etc.), caracteristice anului respectiv. De aceea este nevoie să se repete în aceeași localitate una și aceeași experiență mai mulți ani, după diferite plante premergătoare, cu diferite procedee de prelucrare a solului etc. Pentru a se putea trage concluzii reale trebuie să se repete experiențele cu îngrășăminte minerale cel puțin 3—4 ani.

Scanned with OKEN Scanner

În general se recomandă să se cerceteze necesitatea de îngrășăminte a unui sol pe toată durata și cu toate plantele unei rotații; numai astfel se va putea cunoaște într-o măsură oarecare dacă un îngrășământ este rentabil sau nu.

5.2. EXPERIENȚE CU METODE CULTURALE

Sînt incluse aici experiențele privitoare la metodele de pregătire a patului germinativ precum și cele privitoare la semănatul și lucrările de îngrijire ale culturilor agricole.

În cîmpurile de experiență bine dotate, problemele de metodică culturală se rezolvă prin experiențe polifactoriale, unde sînt studiate concomitent și îngrășămintele și soiurile cele mai importante pentru zona respectivă.

Experiențe cu metode culturale se impune a fi pretutindeni executate, deoarece s-a recunoscut că nu mai pot fi date rețete general valabile pentru toate regiunile țării, nici în privința tehnicii lucrării pămîntului, nici în privința tehnicii culturii plantelor; într-adevăr altele sînt de exemplu uneltele și lucrările de pregătire a terenului și alta este succesiunea acestora într-o regiune secetoasă, în comparație cu o regiune bogată în ploi, după cum altfel trebuie lucrat un pămînt greu decît un pămînt ușor etc.

În plus trebuie să se mai ia în considerare că fiecare soi nou introdus în cultură se deosebește de cele cultivate anterior prin multe însușiri și mai ales în privința dezvoltării și puterii de absorbție a rădăcinilor, capacității de a valorifica îngrășămintele, puterii de înfrățire, capacității de asimilare (care este corelată într-o oarecare măsură cu bogăția în frunze și în clorofilă) etc.

De aceea pentru fiecare zonă pedoclimatică și pentru fiecare soi nou introdus în cultură trebuie să se găsească prin experimentări tehnica specială a cultivării pămîntului și plantelor, potrivită însușirilor lui caracteristice.

1. CATEGORII

Experiențele cu metode culturale sînt foarte variate. Astfel ele cuprind:

a) *Diferite metode de lucrare a solului.* Necesitatea experiențelor cu metode de pregătire a patului germinativ este astăzi foarte evidentă. Ne găsim într-adevăr în plină revoluție în acest domeniu; metode larg propagate pînă acum (arături adînci, subsolaje etc.) s-au dovedit, cu rare excepții, nu numai neeconomice, dar chiar și dăunătoare. Din contră a rezultat că au o eficiență economică mai mare arăturile executate la 18—20 cm, iar în caz de secetă, cînd nici acestea nu se pot executa, deoarece ar ieși bulgăroase, este de preferat o pregătire superficială a solului cu discuitoare puternice, care, lucrînd în două sensuri, realizează un bun pat germinativ.

Se poate varia aci numărul, adîncimea și epoca arăturilor, se poate înlocui total sau parțial plugul cu discuitorul, se pot folosi alte unelte noi (un fel de burghiuri), care mărunțesc solul adînc, fără a aduce straturile profunde la suprafață etc.

Sînt utile de asemenea experiențele care să verifice dacă menținerea permanentă în stare mărunțită a stratului superficial al solului este într-adevăr nece-

sară spre a se împiedica pierderea apei prin capilaritate. Tot mai multe rezultate experimentale demonstrează că o excesivă lucrare a solului provoacă cheltuieli inutile și favorizează eroziunea eoliană.

b) *Diferite rotații* sau numai diferite plante premergătoare pentru principalele culturi agricole, intrînd aci și cultura repetată a porumbului, a grîului etc.

c) *Diferite feluri de semănat:* pe teren neted, în rigole, în șănțulețe, pe coame etc.

La porumb merită a fi încercată noua metodă de cultura porumbului, potrivit căreia se seamănă în același timp cu pregătirea terenului, sămînța fiind introdusă în pămînt chiar pe urmele roții tractorului. Această metodă are avantajul că face economie de lucrări și lasă pămîntul dintre rînduri afînat pentru a putea fi pătruns cu ușurință de ploi și de rădăcinile porumbului.

d) *Diferite epoci de semănat* la principalele soiuri ale culturilor de toamnă și de primăvară.

e) *Diferite distanțe între rînduri.* Merită a fi studiate aici de exemplu la porumbul de boabe distanțele mai apropiate între rînduri și anume la 50—60 cm, care după cercetări recente în S.U.A., au dat producții mai mari decît distanța de 100 cm.

f) *Diferite lucrări de îngrijire a culturilor.*

g) *Diferite culturi mixte.* Aceste categorii de experiențe au scopul de a afla care sînt plantele, care pot fi cultivate în asociație cu altele, pentru a mări randamentul culturii. De exemplu, la porumb se încearcă să se obțină aproximativ aceeași recoltă la hectar ca și în culturile obișnuite, cîștigîndu-se în plus producția întreagă a plantei intercalate; se va încerca astfel fasolea oloagă, soia, dovlecii, cînepa pentru sămînță etc.

Merită a fi încercată și cultura intercalată a trifoiului și lucernei în cultura de porumb, semănînd la epoci diferite în funcție de repartizarea ploilor, începînd cu semănatul cînd porumbul are 50 cm înălțime, și introducînd variante cu diferite distanțe între rîndurile de porumb (pînă la 2 m).

h) *Diferite metode de ameliorare a nisipurilor.* Merită să fie încercată de exemplu metoda cercetătorului maghiar E g e r s z e g i care constă în îngroparea la 60 cm adîncime a 35 tone/ha gunoi de grajd sau compost. Această metodă reprezintă nu numai o îngrășare, ci și o ameliorare durabilă a nisipurilor; ea oferă plantelor în mod durabil cele două elemente esențiale ale fertilității: hrana și apa (G. I o n e s c u - Ș i ș e ș t i și I r. S t a i c u, 1958).

i) *Stabilirea celor mai favorabile viteze* de semănat, de prășit cu cultivatoarele sau cu sapa rotativă etc.

Una dintre cele mai actuale și importante probleme de cercetat în domeniul metodelor culturale este așa-numitul sistem minim de lucrări (minimum tillage), care constă în executarea mai multor lucrări deodată în cultivarea unei plante agricole, în scopul de a se economisi cît mai mult din ieșirile pe teren ale tractorului; astfel la porumb de exemplu se ară, se împrăștie erbicide și îngrășăminte și se seamănă concomitent într-un singur mers al tractorului, echipat cu dispozitivele respective; se reușește apoi cu alte două ieșiri ale tractorului (la prășit și la recoltat) să se execute toate lucrările necesitate de tehnologia modernă a culturii porumbului. Probleme similare trebuie studiate și pentru perfecționarea tehnologiei altor culturi agricole.

Scanned with OKEN Scanner

II. MĂRIMEA PARCELELOR

Toate lucrările din experiențele cu metode culturale trebuie executate ca și în producție. De aceea, este necesar ca parcelele experimentale să fie mai mari decît la experiențele cu soiuri și cu îngrășăminte și anume între 200 și 500 m^2, cele mai mari fiind necesare în experiențele cu diferite metode de lucrare a solului.

Totuși pentru a reduce cît mai mult necesarul de muncă la recoltatul și treieratul acestor parcele, se recomandă ca la astfel de experiențe să se delimiteze din parcela semănată numai o mică parte a ei — și anume porțiunea cea mai uniformă — spre a fi recoltată și treierată în vederea stabilirii producției variantei respective, restul parcelei trecînd la eliminări. De obicei suprafața recoltabilă este, la astfel de experiențe, de 50—100 m^2.

III. DURATA EXPERIENȚELOR

Experiențele cu metode culturale dau rezultate, care variază mult de la un an la altul. Acest lucru se datorește în primul rînd cantității diferite de precipitații și repartizării lor diferite în diverși ani experimentali. De exemplu arăturile de vară urmate de ploi abundente dau alte rezultate decît aceleași lucrări după executarea cărora încep lungi perioade de secetă. Fluctuațiile rezultatelor acestor feluri de experiențe se datoresc și marilor diferențe în privința căldurii, anii cu arșiță putînd inversa rezultatele anilor cu vreme răcoroasă. Marile dispute în privința adîncimii arăturii de exemplu se datoresc scurtei durate de executare a lor, care a inclus ani experimentali foarte deosebiți în privința vremii.

De asemenea calitatea lucrărilor solului determină în cel mai înalt grad rezultatele, ce se obțin. Astfel de exemplu arăturile de vară, dau bune rezultate dacă sînt bine executate; din contră dau rezultate slabe dacă arăturile sînt făcute defectuos, cu bulgări mari.

Aceste motive impun ca experiențele cu metode culturale să aibă o durată mai lungă, de cel puțin 6—8 ani, pentru că numai astfel se pot obține rezultate concludente.

Observațiile de vegetație și lucrările de recoltare se execută după indicațiile generale date în cap. 3.

5.3. EXPERIENȚE CU PREPARATE CHIMICE

Acest fel de experiențe capătă pe an ce trece o tot mai mare amploare, datorită progreselor ce se realizează în obținerea fungicidelor, insecticidelor și erbicidelor precum și a fitoregulatorilor.

Experiențele din această grupă se fac de obicei cu o singură cultură agricolă, care se seamănă pe suprafețe mari, unde se delimitează parcele în conformitate cu planul experimental stabilit. Alteori însă, cînd se planifică să se studieze efectul unor preparate asupra diferitelor soiuri, ca de exemplu efectul

Scanned with OKEN Scanner

clorurii de clorcolină asupra diferitelor soiuri de grîu, experiența va fi organizată cu parcele strict delimitate încă de la semănat.

În general se urmează regulile experimentale, care se aplică obișnuit experiențelor cu îngrășăminte.

Planul experimental se întocmește pe baza numărului de preparate de experimentat, precum și a diferitelor concentrații și epoci de aplicat, ce se intenționează a se studia.

Substanțele chimice se vor aplica după prescripțiile indicate pentru fiecare preparat, depunîndu-se o grijă deosebită pentru răspîndirea cît mai uniformă pe întreaga parcelă. Se vor lua toate măsurile de protecție pentru a se evita accidentele, unele substanțe fiind toxice.

O grijă deosebită trebuie să se dea pentru a se micșora și elimina influența vecinilor, provocată de trecerea parțială a preparatelor în studiu, de la o parcelă la alta, în timpul aplicării lor.

Pentru aceasta se recomandă următoarele:

a) Să se folosească, în timpul aplicării tratamentelor respective, paravane de pînză, pentru ca soluțiile, respectiv prafurile folosite să nu fie duse pe parcelele vecine.

b) Să se adopte pentru acest fel de experiențe parcele de formă patrată, spre a se putea recolta cel puțin centrul parcelei neatins de tratamentele aplicate parcelelor vecine și nici de insectele sau ciupercile, ce pot trece de la o parcelă la alta.

c) Să se elimine, variat de la un caz la altul, cîte 1—2 rînduri la marginile longitudinale ale parcelelor, spre a elimina influența vecinilor.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL

6

EXECUTAREA ALTOR CATEGORII DE EXPERIENȚE

6.1. EXPERIENȚE PE PĂȘUNI ȘI FÎNEȚE

I. GENERALITĂȚI

Importanța experiențelor pe pășuni și fînețe rezultă evident pe de o parte din marea suprafață pe care ele o ocupă în țara noastră (în 1965 pajiștile ocupau o suprafață de 4 316 100 ha, din care 2 945 200 ha erau pășuni și 1 370 900 erau fînețe), pe de altă parte din producțiile mici, pe care ele le dau acum (nici o jumătate din ceea ce ele ar putea produce la o rațională îngrijire și exploatare).

Cercetările au arătat că pășunile și fînețele pot deveni mai productive prin:

a) aplicarea măsurilor agrofitotehnice (îngrășare, lucrări de îngrijire, irigare, supraînsămînțări etc.);

b) aplicarea de măsuri radicale (desțelenirea și înființarea de noi pajiști), folosind soiuri ameliorate din cele mai valoroase specii de graminee și leguminoase;

c) sisteme raționale de folosință.

Caracteristici. Pajiștile oferă, în ceea ce privește experimentările, următoarele avantaje în comparație cu terenul arabil (K l a p p 1931):

a) Libertate mai mare în alegerea formei parcelelor și așezării acestora pe teren, fără a se ține seama de direcția aratului, grăpatului și semănatului.

b) Economie de muncă la parcelarea și executarea experiențelor.

c) Existența unor pagube mai puține provocate de calamități (ger, cădere etc.), boli și dăunători.

d) Ușurința de recoltare, nefiind nevoie să se treiere ca la cerealele păioase sau să se scormonească pămîntul ca la cartof și sfecle.

e) Ușurința de a identifica suprafețe experimentale uniforme, datorită faptului că vegetația pajiștilor reacționează puternic chiar la cele mai mici neuniformități ale solului.

Scanned with OKEN Scanner

În schimb, pajiștile prezintă și unele inconveniente și anume:

a) Neuniformitatea vegetației atît în primul an de experiență cît și în anii următori. Într-adevăr atunci cînd începem experimentarea, pajiștea nu este aceeași în diferitele parcele experimentale, chiar în cele mai uniforme pășuni și fînețe; această variație în structura floristică este datorită fie concurenței speciilor, fie influenței modului de folosință. Dar pajiștea nu rămîne nici în anii următori de experimentare aceeași în parcelele experimentale diferit tratate; metodele culturale, sistemele diferite de folosință și mai ales diferitele îngrășăminte schimbă mult flora pășunilor și fînețelor; astfel îngrășămintele cu fosfor și potasiu, gunoiul de grajd și tîrlitul favorizează creșterea și înmulțirea leguminoaselor, pe cînd îngrășămintele cu azot, date mai ales în doze mari, precum și urina, fără aplicarea de superfosfat, stimulează creșterea gramineelor și a unor buruieni; dacă experiența mai este continuată în astfel de condiții, se va efectua de fapt o experiență la trei tipuri de pajiști diferite.

b) Frecvența golurilor datorite mușuroaielor de cîrtițe sau de furnici și uneori și neatentei executări a lucrărilor de recoltare; astfel grămezile de fîn lăsate un timp prea lung pe capre sau pe pămînt, provoacă în parcelele experimentale stagnări în creșterea și dezvoltarea plantelor sau chiar goluri, a căror influență se resimte uneori timp de mai mulți ani.

Alegerea terenului reprezintă problema principală a experiențelor de pe pășuni și fînețe, dar în același timp și cea mai dificilă. Aceasta se datorește pe de o parte faptului că majoritatea pajiștilor se găsesc în zonele de deal și de munte, cu terenuri cu relief frămîntat, iar pe de altă parte variatei asociații de plante a pășunilor și fînețelor, care, reacționînd la cele mai mici neuniformități ale solului precum și ale modului de folosință și tratamentelor aplicate nu prezintă o structură omogenă. De aceea cheia succesului în experiențele pe pajiști rezidă în alegerea judicioasă a suprafeței, pe care se vor instala experiențele.

De aceea, pentru scopuri experimentale trebuie să se găsească un teren cît mai uniform în privința structurii floristice și al nivelului apei freatice. Această muncă va fi ușurată dacă terenul respectiv va fi observat cu un an înaintea instalării experienței și dacă în timpul întregii perioade de vegetație se vor face ridicări floristice; numai în acest fel va fi posibil să fie cuprinse toate speciile dominante și însoțitoare. Aceste ridicări floristice vor fi completate cu analize de sol.

Experiențele vor fi plasate pe tipul de pajiști cel mai reprezentativ pentru zona respectivă. Se vor evita locurile cu mușuroaie, cioate, pietre sau vegetație lemnoasă.

Pentru a putea obține rezultate cît mai reale, neinfluențate de eventuale păgubiri, se recomandă ca suprafețele destinate cîmpurilor experimentale să fie împrejmuite.

Mărimea parcelei experimentale variază mult după felul folosirii pajiștii. Astfel după normele elaborate de Academia germană de științe agricole din Berlin la pășunile folosite exclusiv prin cosire este suficientă o suprafață de 12 m^2 (3×4 m); la folosirea prin pășunat cu animale prevăzute cu pungi pentru fecale, suprafața parcelei trebuie să fie de 25—30 m^2; la pășunatul anima-

lelor fără pungi, suprafața parcelei experimentale trebuie să fie de cel puțin 50 m².

În privința mărimii parcelei K l a p p (1931) recomandă pentru experiențele pe pajiști în general ca mărimea parcelei să fie de 20—25 m², excepție făcînd numai experiențele, a căror productivitate se determină prin păscut; nu sînt recomandabile parcelele mai mici de 20 m², deoarece nu pot cuprinde suficient compoziția floristică reprezentativă. Nu sînt indicate de asemenea parcelele mai mari de 25 m², pentru că nu mai pot fi atît de uniforme.

Numărul repetițiilor depinde de metoda de așezare a parcelelor, aceasta putînd fi oricare, pajiștile oferind în această privință o mare libertate de alegere.

Forma cea mai potrivită a parcelelor experimentale este, ca și la experiențele cu plante agricole, cea dreptunghiulară, deoarece reușește să cuprindă cît mai multe diferențe în ceea ce privește constituția solului, nivelul apei freatice și compoziția floristică a pajiștii.

Influența marginii și a vecinilor este neglijabilă atunci cînd experiența se așază într-o fînețe sau pășune naturală Chiar și la experiențele cu îngrășăminte nu există în general o influență a vecinilor, deoarece, spre deosebire de experiențele de pe teren arabil, nu are loc transportul îngrășămintelor de la o parcelă la alta decît pe pante, unde este cauzată de ploi. Din contră la pajiștile nou semănate, există o influență a vecinilor și a marginii și în consecință trebuie să se țină seama de ea.

Delimitarea parcelelor se face prin șănțulețe late de 10 cm, care se trasează cu un plug special imediat după pichetarea experienței.

Felurile experiențelor pe pajiști sînt, ca și la plantele de cultură, foarte variate; astfel, se pot executa experiențe cu îngrășăminte organice și minerale, cu amendamente și microelemente, cu metode culturale, cu supraînsămînțări, cu amestecuri de specii după desțelenire etc.

Cel mai recomandabil este să se execute experiențe polifactoriale, unde variantele pot fi de ex.:

a) diferite îngrășăminte minerale, microelemente și amendamente în diferite cantități și la epoci variate;

b) gunoiul de grajd (singur sau asociat cu diferite îngrășăminte minerale și amendamente) aplicate în diferite cantități și la epoci variate;

c) tîrlitul (una sau mai multe nopți) aplicat singur sau asociat cu diferite îngrășăminte minerale și cu amendamente;

d) urina și tulbureala de grajd (singure sau asociate cu îngrășăminte cu fosfor și cu amendamente) aplicate în diferite cantități și la epoci variate.

Aplicarea îngrășămintelor organice și minerale (cu excepția celor cu azot), precum și a amendamentelor se face toamna prin împrăștiere la suprafața solului. Numai îngrășămintele cu azot se aplică primăvara cît mai timpuriu.

Împrăștierea îngrășămintelor se va face după indicațiile date la experiențele cu îngrășăminte.

Lucrările de îngrijire constau, în special, din nivelarea mușuroaielor proaspete de cîrtițe și combaterea șoarecilor.

II. INDICAȚII PENTRU EXPERIENȚELE PE PAJIȘTI SEMĂNATE

Terenul ce urmează a fi desțelenit pentru înființarea unei pajiști trebuie să fie cît mai plan și uniform și în special să fie lipsit de buruieni. După desțelenire, se vor cultiva timp de 2—3 ani plante agricole prășitoare sau furajere, planta premergătoare pajiștii semănate fiind de preferință borceagul de toamnă sau de primăvară.

Solul va fi bine aprovizionat cu îngrășăminte, în special organice și cu fosfor.

Semănatul se va face fără plantă protectoare, deoarece s-a observat că planta protectoare reduce numărul lăstarilor și plantelor și împiedică să se realizeze o pajiște încheiată. De asemenea s-a observat că sub planta protectoare apar mai des decît în culturile fără plantă protectoare, goluri pe care apoi se instalează buruienile.

S-a dovedit de asemenea mai favorabil semănatul prin împrăștiere decît cel în rînduri, deoarece permite ca pajiștea să se încheie mai repede.

Amestecul de semănat se va face din cele mai valoroase specii și soiuri de graminee și leguminoase adaptate zonei respective. Problema amestecurilor de graminee și leguminoase pentru pajiști este dificilă și complicată, deoarece trebuie să se determine în același timp capacitatea de producție, rezistența la ger, secetă și boli precum și gradul de consumabilitate și digestibilitate al fiecărui component în parte, precum și al întregului amestec respectiv, lucru care cere multe experiențe prealabile.

III. INDICAȚII PENTRU EXPERIENȚE PE FÎNEȚE

În general metodica experiențelor pe fînețe coincide cu cea folosită la plantele cultivate pe terenurile arabile.

În anul premergător experienței, se va întocmi o schiță, care să indice structura floristică a diferitelor parcele.

Șanțurile, care delimitează parcelele, se vor curăți regulat, ca să nu se înierbeze.

Observațiile în timpul perioadei de vegetație se referă în special la notarea ritmului de creștere primăvara precum și după fiecare coasă, la gradul de lăstărire, înălțimea și culoarea plantelor, precum și la schimbările, pe care le suferă vegetația sub acțiunea diverșilor factori din experiență (îngrășăminte, mod de folosință, diferite lucrări de îngrijire etc.). Tot în cadrul observațiilor de vegetație se vor executa analize fitocenologice, unde se va nota abundența, dominanța și frecvența speciilor.

Recoltarea. Fixarea timpului optim de recoltat se va face după dezvoltarea principalelor specii componente, începînd recoltatul cînd acestea se găsesc la începutul înfloritului. Pentru a oferi tuturor variantelor aceeași vreme la recoltat, se recomandă să se recolteze pe blocuri, adică să fie cosite mai întîi primele parcele-repetiții ale tuturor variantelor, apoi secundele parcele-repetiții ale tuturor variantelor ș.a.m.d.

Recoltarea trebuie făcută cu deosebită grijă, ținînd seama mai ales să se coseasă la aceeași înălțime.

Scanned with OKEN Scanner

Înainte de recoltare se vor lua, pentru analizele botanice, probe de pe cîte un m^2 din toate variantele sau numai din variantele, care interesează în mod deosebit. Locul, de unde se ia proba, se delimitează cu o ramă, care se va așeza acolo unde vegetația variantei respective este mai uniformă și mai reprezentativă. Iarba se tunde cu foarfecele și apoi se cîntărește, după care se execută analiza botanică, la care plantele se grupează pe următoarele categorii: graminee, leguminoase și plante din alte familii. Prezența fiecăreia din aceste categorii se calculează în procente din greutatea totală a probei. Analiza botanică se execută la probele verzi, deoarece în această stare speciile pot fi mai ușor recunoscute.

După recoltare se va face determinarea cantitativă a producției (prin cîntărire) și determinarea calitativă, inclusiv analiza chimică.

Pentru analizele chimice, inclusiv pentru determinarea procentului de substanță uscată, se vor lua probe medii după indicațiile date în anexa 3.

La întocmirea dării de seamă se va indica nu numai media producției globale, obținută din însumarea coaselor ci și producția fiecărei coase în parte, deoarece există mari diferențe de la o coasă la alta în ceea ce privește producția, cît și în privința compoziției floristice.

IV. INDICAȚII PENTRU EXPERIENȚE PE PĂȘUNI

Experiențele pe pășuni pot fi valorificate fie prin pășunat, fie prin cosiri de probă. Ambele metode prezintă avantaje și dezavantaje.

Valorificarea experiențelor prin păscut dă fără îndoială, cele mai bune rezultate. La acest procedeu pășunea se împarte în parcele și, după mărimea parcelei, se alege un anumit număr de animale, care numai ele vor trebui să fie apoi folosite la pășunarea suprafeței experimentale. Se va menține neschimbată succesiunea pășunării diferitelor parcele, ca și perioada de pășunat a fiecăreia. Animalele folosite în experiență se cîntăresc la începutul pășunatului și după ce au păscut fiecare parcelă. Producția pășunii se calculează apoi din rația de întreținere, din rația de producție (producția de lapte și sporul de greutate) și masa verde, rămasă dacă eventual s-a și cosit. Din această sumă se scade eventualul nutreț suplimentar, care s-a dat.

Dificultățile care se întîlnesc la valorificarea experiențelor prin pășunat, sînt după K l a p p (1931) următoarele:

a) *Individualitatea animalului,* care face să oscileze mult exactitatea experienței. Spre a se înlătura influența individualității animalului, se recomandă să se utilizeze grupe de animale (8—10 vaci sau 20—30 oi) cît mai asemănătoare (de aceeași rasă, de aceeași greutate). Animalele cele mai recomandabile pentru a paște experiențele de pe pășuni sînt în primul rînd oile (deoarece ele pasc uniform și cer suprafețe experimentale mai mici), apoi vacile a căror producție de lapte este ușor de măsurat și de calculat în bani. Mai puțin potrivite sînt animalele tinere și animalele puse la îngrășat.

b) *Pregătirea animalelor* (după ieșirea din grajd precum și după părăsirea fiecărei variante) devine necesară atît pentru a se elimina toate resturile de alimente ingerate anterior, cît și pentru a nu cîntări animalele în primele zile

după stabulația de iarnă, cînd din cauza mișcării în aer liber și din cauza acțiunii laxative a nutrețului de pe pășuni, animalele slăbesc.

c) *Lipsa unei metode exacte pentru pășunatul experiențelor.* Pentru valorificarea experiențelor prin păscut pot fi folosite două sisteme: pășunatul *simultan* și pășunatul *eșalonat.*

La pășunatul simultan diferitele grupe experimentale de animale pasc în același timp parcele diferit tratate (variantele). Acest sistem prezintă avantajul că toate variantele sînt păscute în același timp astfel că otăvirea ierbii are loc în condiții uniforme de vreme. În schimb, prezintă dezavantajul că necesită multe animale cît mai asemănătoare ca vîrstă și capacitate de producție. Din aceste motive pășunatul simultan se execută numai în institutele științifice bine dotate.

La pășunatul eșalonat una și aceeași grupă de animale paște succesiv tarlalele diferit tratate. Sistemul prezintă marele avantaj că necesită numai o grupă de animale, a cărei componență nu are nici o însemnătate pentru buna desfășurare a experienței, cu condiția ca toate animalele să fie menținute în experiență de la început pînă la sfîrșit.

Acest sistem prezintă, însă, inconvenientul că otăvirea ierbii între cicluri ca și consumul și valorificarea nutrețului de către animale are loc în condiții de vreme diferite, care le influențează mult, fiind deci posibile oscilații zilnice, ce afectează exactitatea experienței. Cu toate că nu este așa de exact ca pășunatul simultan, totuși pășunatul eșalonat s-a generalizat în experiențele pe pășuni, datorită simplității lui.

Metoda a doua de valorificare a experiențelor pe pășuni o constituie cosirile de probă, care exprimă productivitatea pășunii în masă verde. Pe baza probelor de masă verde, se calculează apoi producția în substanță uscată la hectar. Luarea probelor se face înainte de a introduce animalele la pășunat și se repetă înaintea fiecărui ciclu de pășunat, dar de fiecare dată se iau probe din alte locuri ale parcelei experimentale. Procedînd astfel se reușește ca în timpul întregii perioade de pășunat, pajiștea unei parcele experimentale să se cosească o singură dată, pe cînd în restul timpului ea se paște.

Cosirile de probă se execută atunci cînd iarba ajunge la înălțimea de pășunat, adică la 15—20 cm. În consecință deoarece iarba se reface în perioade variate de timp în diferitele variante, recoltarea nu trebuie să se facă la aceeași dată pentru toate variantele, ci numai în momentul cînd iarba din fiecare variantă a atins înălțimea indicată.

Se recoltează din fiecare parcelă experimentală 4—8 m^2 luați din 2 locuri diferite, deci 2×2 sau de 2×4 m^2. După cosire, restul parcelei se pășunează. Pășunatul se va organiza astfel încît să fie pășunate în același timp (1—2 zile) toate repetițiile unei variante. Numărul animalelor se va fixa, deci, în funcție de aceste considerente ținînd seama și de productivitatea pășunii. Pentru pășunat vor fi folosite ovine și taurine.

În afară de determinarea producției, se mai execută:

— descrierea stațiunii — pe fișe geobotanice;

— analiza botanică la sfîrșitul experienței, la toate variantele;

— ridicări floristice la sfîrșitul ciclului experimental, la toate variantele, la prima coasă;

— analiza chimică (proteină brută, grăsime brută, cenușă, P_2O_5, K_2O, CaO).

Analiza botanică se face gravimetric, imediat după recoltare, la masa verde și se exprimă în procente, proba separîndu-se în graminee, leguminoase și alte familii, indicîndu-se speciile dominante. Pentru luarea probei se folosește o ramă patrată cu latura de 1 m, iarba din interiorul ramei tăindu-se cu foarfeca. Se ia cîte o probă din primele 4 repetiții. Pentru analiza chimică se vor lua probe după indicațiile date în anexa 3.

Metoda cosirilor de probă este fără îndoială mult mai simplă decît cea a păşunatului, dar nu răspunde la întrebarea esențială despre gradul în care animalul reușește să valorifice ceea ce produce păşunea. Pe de altă parte cosirile de probă, chiar dacă se repetă, nu pot imita păşunatul, care prin păscutul și călcatul pajiștei de către animale, schimbă într-un anumit fel neimitabil, structura ei floristică.

Ca exemple de probleme, ce pot fi urmărite pe păşuni, citățm următoarele experiențe cu îngrăşăminte:

a) *Experiență cu doze crescînde de N, aplicate la epoci diferite pe păşuni.* O astfel de experiență poate cuprinde următoarele 7 variante, unde îngrăşămintele sînt indicate în kg/ha substanță activă:

(1) Neîngrăşat
(2) 60 N în 4 doze egale aplicate în primul an
(3) 120 N în 4 doze egale aplicate în primul an
(4) 240 N în 4 doze egale aplicate în primul an
(5) 60 N dat într-o singură doză primăvara timpuriu în al 2-lea an
(6) 120 N dat într-o singură doză primăvara timpuriu în al 2-lea an
(7) 240 N dat într-o singură doză primăvara timpuriu în al 2-lea an

În variantele (2), (3) și (4) prima doză (15, resp. 30 și 60 N) se aplică primăvara foarte timpuriu, a doua după prima folosință, a treia după a doua folosință ș.a.m.d.

Ca îngrăşăminte de bază se dă anual 64 kg/ha P_2O_5 și 80 kg/ha K_2O.

b) *Experiență cu îngrăşăminte și amendamente.* Sînt prevăzute în această experiență următoarele 7 variante, unde îngrăşămintele sînt indicate în kg/ha substanță activă:

(1) Neîngrăşat
(2) N 90
(3) N 90, P 40
(4) N 90, P 40, K 40
(5) N 90, P 40, K 40 + var 4 t/ha
(6) Gunoi 40 t/ha
(7) Gunoi 40 t/ha + var 4 t/ha.

6.2. EXPERIENȚE ÎN POMICULTURĂ

1. OBIECTIVE DE CERCETARE

Marea prețuire, care se dă din ce în ce mai mult fructelor într-o alimentație rațională, impune extinderea cercetărilor în pomicultură în scopul de a se asigura producții mai mari, mai constante și de mai bună calitate.

Scanned with OKEN Scanner

Există în pomicultură numeroase probleme, care-şi aşteaptă rezolvarea cu ajutorul experienţelor în livezi, cele mai urgente fiind următoarele (Bordeianu 1966):

— identificarea celor mai bune soiuri şi specii pentru fiecare regiune şi bazin pomicol în funcţie de condiţiile de climă şi sol, expoziţie şi relief, luîndu-se în consideraţie şi extinderea pomiculturii în regiunile de cîmpie (considerate din eroare că ar fi inapte pentru pomicultură) şi în regiunile inundabile;

— determinarea celor mai eficace metode de lucrare a solului şi de îngrijire a plantaţiilor precum şi de îngrăşare şi de irigare a livezilor;

— stabilirea celor mai indicate sisteme de tăieri, care să ajute la grăbirea intrării pe rod a pomilor, la sporirea productivităţii şi constanţei ei an de an precum şi la prelungirea duratei de producţie a livezilor;

— perfecţionarea agrotehnicii în pepiniere;

— identificarea celor mai buni portaltoi pentru fiecare specie, soi şi zonă pomicolă;

— găsirea celor mai eficace substanţe insecto-fungicide, substanţe de creştere în scopul prevenirii căderii premature a fructelor, a substanţelor stimulatoare de creştere la înrădăcinarea puieţilor şi pomilor etc.

Aceste obiective diferite se urmăresc în experienţe monofactoriale sau mai bine în experienţe polifactoriale, uneori complicate, ceea ce necesită maşini perfecţionate de calcul şi personal specializat.

II. ALEGEREA TERENULUI

Alegerea terenului destinat experienţelor pomicole trebuie făcută cu şi mai mare grijă decît pentru plantele anuale, avînd în vedere volumul mare de sol, pe care îl explorează rădăcinile lor cît şi marea durată de viaţă a pomilor. În acest scop terenul respectiv se va studia sub toate aspectele (relief, sol, subsol, apa freatică etc.) indicate în subcapitolul 3.3, folosindu-se în largă măsură profilele de sol săpate pe diferite forme de relief.

Se va da o mare atenţie în special nivelului apei freatice, care trebuie să se găsească la cel puţin 3 m adîncime pentru experienţele cu pomi şi la cel puţin 1,5 m pentru arbuştii fructiferi.

Terenul destinat instalării plantaţiilor experimentale trebuie să fi fost ocupat în anteriorii trei ani de aceeaşi cultură, care să fi primit pe întreaga suprafaţă lucrări şi tratamente identice.

Cerinţele în privinţa uniformităţii terenului experimental sînt cele mai mari la pomii mai înalţi, plantaţi la distanţă mai mare şi sînt mai mici la arbuştii fructiferi şi la culturile de căpşuni.

III. PARAMETRII EXPERIENŢELOR

Cercetările (P e a r c e 1953, 1965) au dus la următoarele precizări privitoare la metodica experienţelor pomicole:

a) *Blocurile trebuie să fie cît mai mici cu putinţă şi cît mai compacte,* adică patrate mai de grabă decît lungi şi înguste, în scopul de a avea variaţii cît mai mici posibile înăuntrul blocurilor.

Există în pomicultură numeroase probleme, care-şi aşteaptă rezolvarea cu ajutorul experienţelor în livezi, cele mai urgente fiind următoarele (Bordeianu 1966):

— identificarea celor mai bune soiuri şi specii pentru fiecare regiune şi bazin pomicol în funcţie de condiţiile de climă şi sol, expoziţie şi relief, luîndu-se în consideraţie şi extinderea pomiculturii în regiunile de cîmpie (considerate din eroare că ar fi inapte pentru pomicultură) şi în regiunile inundabile;

— determinarea celor mai eficace metode de lucrare a solului şi de îngrijire a plantaţiilor precum şi de îngrăşare şi de irigare a livezilor;

— stabilirea celor mai indicate sisteme de tăieri, care să ajute la grăbirea intrării pe rod a pomilor, la sporirea productivităţii şi constanţei ei an de an precum şi la prelungirea duratei de producţie a livezilor;

— perfecţionarea agrotehnicii în pepiniere;

— identificarea celor mai buni portaltoi pentru fiecare specie, soi şi zonă pomicolă;

— găsirea celor mai eficace substanţe insecto-fungicide, substanţe de creştere în scopul prevenirii căderii premature a fructelor, a substanţelor stimulatoare de creştere la înrădăcinarea puieţilor şi pomilor etc.

Aceste obiective diferite se urmăresc în experienţe monofactoriale sau mai bine în experienţe polifactoriale, uneori complicate, ceea ce necesită maşini perfecţionate de calcul şi personal specializat.

II. ALEGEREA TERENULUI

Alegerea terenului destinat experienţelor pomicole trebuie făcută cu şi mai mare grijă decît pentru plantele anuale, avînd în vedere volumul mare de sol, pe care îl explorează rădăcinile lor cît şi marea durată de viaţă a pomilor. În acest scop terenul respectiv se va studia sub toate aspectele (relief, sol, subsol, apa freatică etc.) indicate în subcapitolul 3.3, folosindu-se în largă măsură profilele de sol săpate pe diferite forme de relief.

Se va da o mare atenţie în special nivelului apei freatice, care trebuie să se găsească la cel puţin 3 m adîncime pentru experienţele cu pomi şi la cel puţin 1,5 m pentru arbuştii fructiferi.

Terenul destinat instalării plantaţiilor experimentale trebuie să fi fost ocupat în anteriorii trei ani de aceeaşi cultură, care să fi primit pe întreaga suprafaţă lucrări şi tratamente identice.

Cerinţele în privinţa uniformităţii terenului experimental sînt cele mai mari la pomii mai înalţi, plantaţi la distanţă mai mare şi sînt mai mici la arbuştii fructiferi şi la culturile de căpşuni.

III. PARAMETRII EXPERIENŢELOR

Cercetările (P e a r c e 1953, 1965) au dus la următoarele precizări privitoare la metodica experienţelor pomicole:

a) *Blocurile trebuie să fie cît mai mici cu putinţă şi cît mai compacte,* adică patrate mai de grabă decît lungi şi înguste, în scopul de a avea variaţii cît mai mici posibile înăuntrul blocurilor.

b) *Parcelele lungi și înguste*, care și-au dovedit superioritatea la plantele anuale sînt recomandabile și la pomi.

c) *Parcelele experimentale trebuie să fie destul de mari* pentru a rămîne pomi suficienți chiar la eventualele pierderi, inevitabile la anumite specii, mai ales la pruni și cireși, la aceștia recomandîndu-se parcele de 6—8 pomi recoltabili față de 4—5 pomi recoltabili, cît se folosesc în medie în experiențele pomicole; numărul de pomi recoltabili care se recomandă pentru o parcelă experimentală este de 4—5 la măr, păr și gutui, de 6—8 la prun, cireș, cais și piersic, de 50 tufe recoltabile la coacăz, agriș și zmeur și de 50 plante recoltabile la căpșuni și fragi.

d) *Mărimea parcelelor experimentale variază* nu numai după specia experimentată, ci și după felul experienței ca de ex.:

— în experiențele din stațiunile experimentale, parcelele pot fi mai mici, pentru că personalul științific numeros permite studiul amănunțit al unui număr mic de pomi, în timp ce în experiențele cu scopuri practice organizate în gospodării, se fac parcele mai mari;

— în experiențele cu stropiri și prăfuiri precum și în experiențele cu doze normale de îngrășăminte, parcelele experimentale sînt de două ori mai mari decît în experiențele cu sisteme de tăiere sau cu soiuri, deoarece trebuie să se prevadă cîte un rînd marginal, nerecoltabil pentru scopuri experimentale, spre a se înlătura influența vecinilor; în experiențele cu irigații sau cu doze foarte mari de îngrășăminte, parcelele experimentale trebuie să fie de trei ori mai mari, deoarece sînt necesare cîte două rînduri marginale între variante.

e) *Influența marginii* la laturile frontale trebuie eliminată, plantîndu-se cîte un pom în plus la fiecare margine frontală.

f) *Schemele de așezare* a experiențelor trebuie să fie:

— mai judicios întocmite, căci durata mai mare de viață a pomilor nu permite să fie refăcute schemele de așezare în fiecare an ca la plantele agricole;

— mai complexe și mai perfecționate spre a prinde cît mai multe aspecte în lunga durată de timp a acestor experiențe;

— mai economice spre a permite fără dificultăți prea mari folosirea tractoarelor și mașinilor perfecționate la efectuarea lucrărilor solului și la aplicarea stropirilor și îngrășămintelor.

Tot în scopul de a ușura folosirea eficace a mașinilor moderne, trebuie să se planifice utilizarea de tipuri de experiențe standard, care permit să se cultive ca o singură unitate parcelele din mai multe experiențe.

Metodele de așezare recomandate pentru experiențele pomicole sînt blocurile randomizate, patratele latine și parcelele subdivizate. Metoda cea mai utilizată este patratul latin, mai ales în situațiile destul de frecvente, în care diferite influențe creează mari neuniformități în parcele, după cum arată exemplul din fig. 6.1 (A r n o u x 1962).

Randomizarea variantelor este obligatorie, mai ales că datorită ei se micșorează din eroarea sistematică provocată de neuniformitățile solului, destul de des întîlnite în plantațiile pomicole (fig. 6.2 după A r n o u x 1962).

Scanned with OKEN Scanner

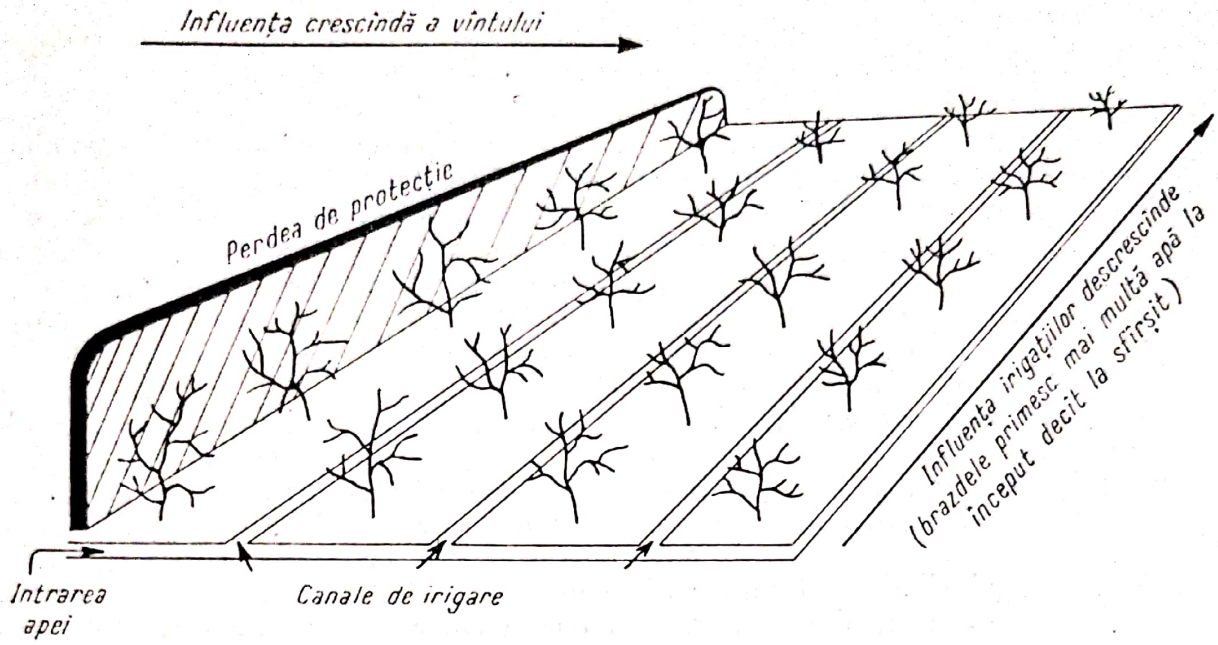


Fig. 6.1 — Cazuri care demonstrează superioritatea așezării în paratat latin în experiențe pomicole

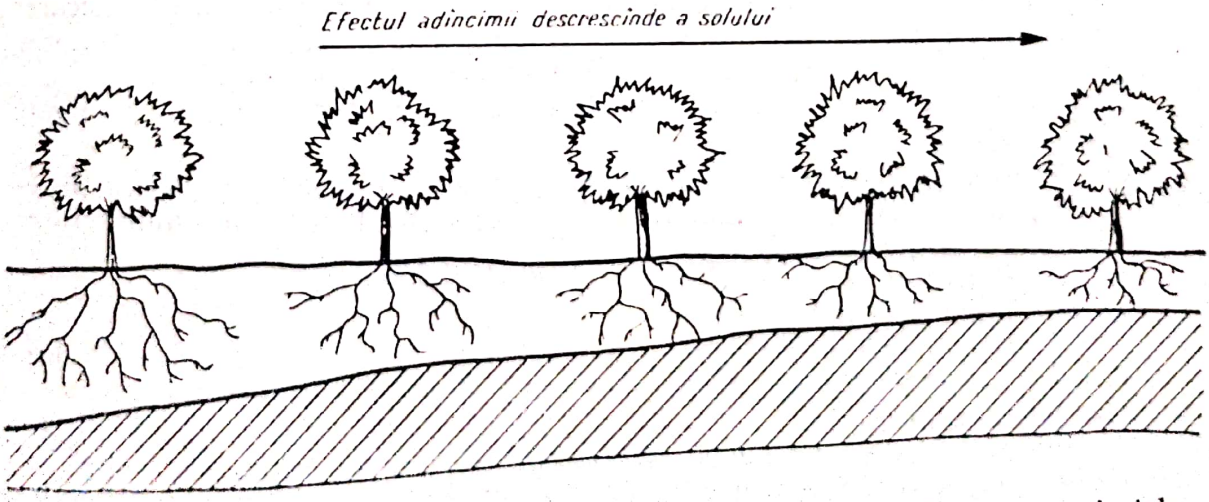


Fig. 6.2 — Neuniformitatea solului din plantațiile pomicole impune randomizarea variantelor

Scanned with OKEN Scanner

IV. EXECUTAREA EXPERIENȚELOR

În executarea experiențelor pomicole trebuie să ținem seama că pomii posedă unele caracteristice, care îi diferențiază mult de plantele agricole; în primul rînd ei au o durată mai mare de viață și sînt de aceea mai expuși să fie păgubiți și să dispară în cursul experienței. O altă deosebire constă în faptul că ei sînt mai mari decît plantele anuale și de aceea diferitele observații și determinări, inclusiv aceea a producției, trebuie să se facă la fiecare pom izolat, iar nu la parcele cuprinzînd zeci și chiar mii de plante, cum este cazul la experiențele executate la culturile de cîmp.

Alegerea materialului experimental trebuie făcută cu grijă. Cu cît pomii sînt aleși mai uniformi la plantare, cu atît este mai bine; deoarece, însă, diferențele inițiale de mărime ale pomilor plantați dispar cu totul cînd trunchiul se îngroașă, trebuie mai de grabă să fie avute în vedere alte considerente mai importante, ca de ex. habitusul pomilor în pepiniere (mai ales ramificarea) sau diferitele păgubiri ale rădăcinilor din cauza insectelor, bolilor, rănirilor etc., ceea ce aduce o stînjenire a creșterii și uneori chiar o dispariție prematură a pomilor.

S-a constatat (P e a r c e 1965) că variabilitatea materialului inițial provenit din pepinieră are o importanță preponderentă cînd pomii sînt tineri; de aceea o selecție riguroasă a materialului inițial prezintă interes numai pentru experiențele ce se fac cu pomii tineri. S-a constatat din contra, că diferențele datorită mediului și stării sanitare se accentuează necontenit pe an ce trece și devin predominante cînd pomii sînt maturi și, din această cauză, la aceștia experiențele mai complexe se dovedesc a fi cele mai potrivite pentru că numai astfel se pot înlătura fluctuațiile menționate.

În scopul eliminării influenței diferențelor individuale între pomi la experiențele cu diferite tratamente, se poate folosi corectarea producțiilor prin metoda covarianței, în funcție de producțiile obținute în anul premergător aplicării tratamentelor.

La fixarea distanțelor dintre pomi se va ține seama de cerințele fiecărei specii și soi, de caracteristicile portaltoiului precum și de lățimea aparatelor folosite în lucrările de îngrijire (inclusiv tratamente) și de recoltare.

Îngrășămintele se vor aplica chiar de la plantare, spre a asigura plantelor condiții optime de dezvoltare.

Observațiile și determinările în timpul perioadei de vegetație pentru plantațiile de pomi se referă la următoarele însușiri, citînd pe cele mai importante:

Rezistența la ger (1—9);
Data înfloritului;
Dimensiunile coroanei;
Înălțimea coroanei;
Grosimea trunchiului;
Creșterea lăstarilor;
Rezistența la boli și la dăunători (1—9),
Fructe căzute înainte de recoltare (kg la pom),
Data maturității.

Recoltarea. Înainte de a se proceda la stabilirea capacității de producție a diferitelor variante, trebuie să se țină seama de influența pe care au exercitat-o marginile și vecinii. Influența acestor factori deformatori ai producției parcelelor trebuie luată în considerație și atunci cînd se fac notări de vegetație.

Pentru a elimina influența marginii, existentă doar la marginile frontale în plantațiile de pomi, nu se ia în considerație la recoltare producția pomilor plantați suplimentar la capetele fiecărei parcele.

Eliminarea influenței vecinilor se face prin aceea că nu se ia în considerație recolta rîndurilor de izolare, prevăzute, după cum s-a indicat, la experiențele cu îngrășăminte, stropiri, prăfuiri și irigații.

După eliminarea influenței marginii și vecinilor, se determină:

a) producția de fructe în fiecare parcelă (incluzînd pe cele căzute înainte de recoltare); se exprimă în kg la pom;

b) calitatea fructelor (1—9) pentru fiecare variantă.

La experiențele cu căpșuni se notează:

a) numărul de plante, care se determină de două ori, o dată la ieșirea din iarnă și apoi la intrarea în iarnă;

b) starea culturii (1—9); se apreciază la ieșirea din iarnă, după recoltare și la sfîrșitul perioadei de vegetație;

c) data recoltării și producția de fructe (kg/ha) la fiecare recoltare;

d) calitatea fructelor (1—9);

e) mărimea medie a unui fruct; se numără fructele din cîte un kg de fiecare repetiție și se calculează greutatea medie a unui fruct;

f) procentul de fructe mari, mijlocii și mici.

Durata experiențelor este în medie de 3 ani, cu excepția experiențelor cu soiuri, unde este de 5 ani.

O durată mai scurtă au anumite experiențe cu îngrășăminte, denumite *experiențe de tatonare,* al căror obiectiv este de a afla programul optim de îngrășare într-un bazin pomicol și la care, anumite variante, care dau rezultate nefavorabile, se elimină sau se înlocuiesc imediat ce apar simptomele caracteristice. Spre deosebire de acestea, *experiențele de durată,* care au scopul de a determina caracteristicile creșterii pomilor la diferite nivele de îngrășare (de la deficit la exces), sînt urmărite o perioadă mai lungă de ani și nu se întrerup chiar dacă se constată simptome de deficiență.

6.3 EXPERIENȚE ÎN VITICULTURĂ

1. OBIECTIVE DE CERCETARE

Ridicarea producției viticole și îmbunătățirea strugurilor de masă se poate realiza pe baza indicațiilor date de rezultatele experimentale, datorită cărora se va putea face:

a) Identificarea celor mai valoroase soiuri, respectiv clone, dotate cu o capacitate de producție superioară cantitativ și calitativ și adaptate la variatele condiții de climă și sol din numeroasele microzone, pe care le creează

Scanned with OKEN Scanner

relieful frămîntat, expozițiile variate și amenajarea terenurilor în terase din întinsele noastre podgorii.

b) Determinarea nevoii de îngrășăminte a diferitelor soluri ca și a soiurilor variate de viță de vie și aflarea combinațiilor optime de îngrășăminte și microelemente, care să asigure recolte ridicate și de calitate.

c) Elaborarea unei agrofitotehnici superioare adaptate variatelor climate și soluri din podgorii.

d) Stabilirea celei mai bune agrofitotehnici în condiții de irigare.

e) Precizarea celor mai indicate sisteme de tăiere în uscat și operații în verde, care să favorizeze obținerea de producții mari și constante.

f) Alegerea celor mai eficace tratamente de aplicat în lupta contra bolilor, dăunătorilor și buruienilor.

II. ALEGEREA TERENULUI

Cu toate dificultățile pe care le întîmpină experiențele în viticultură din cauza reliefului frămîntat, trebuie să se ofere variantelor condițiile necesare privitoare la uniformitatea terenului, călăuzindu-ne după indicațiile date la așezarea experiențelor cu plante agricole și pomicole. Profilele de sol și sondajele pot da un ajutor prețios la identificarea terenurilor potrivite pentru experiențe.

Experiențele viticole trebuie să fie executate în fiecare podgorie în condiții cît mai diferite; într-adevăr nu este just ca variantele de examinat să fie încercate numai în condiții favorabile de sol, relief și expoziție; experiențele respective trebuie plasate și pe pante, căci numai astfel se va putea face o interpretare justă a datelor experimentale și se vor putea generaliza rezultatele obținute.

În alegerea terenului se vor respecta condițiile generale indicate în subcapitolul 3.3, privitoare la planta premergătoare, care trebuie să fi fost aceeași pentru întregul teren destinat instalării plantației experimentale și să fi primit pe întreaga suprafață lucrări și tratamente identice.

Pentru experiențele în pepinieră se vor alege terenuri cît mai plane, cu sol bogat și uniform.

III. PARAMETRII EXPERIENȚEI

Forma parcelei experimentale este de preferat a fi dreptunghiulară.

Geisler și colab. (1958) au stabilit, pe baza cercetărilor executate la Institutul de Cercetări pentru ameliorarea viței de vie de la Geilweilerhof (R. F. a Germaniei) că cea mai favorabilă formă a parcelei experimentale este cea dreptunghiulară, latura scurtă fiind așezată perpendicular pe linia de cea mai mare pantă. De fapt parcela experimentală are un singur rînd, cu excepția experiențelor cu îngrășăminte și tratamente fitosanitare, unde parcela are 3 rînduri, două dintre ele eliminîndu-se din calcul.

Institutul de cercetări horti-viticole a găsit că pentru experiențele agrotehnice forma cea mai indicată s-a dovedit a fi atît dreptunghiulară cît și cea patrată.

Mărimea parcelei experimentale trebuie să fie, după cercetările lui Geisler și colab. (1958), de 25—30 butuci pentru experiențele cu soiuri și clone, iar

pentru experiențele cu îngrășăminte și tratamente fitosanitare 75 de butuci, din care vor rămîne valorificabili 25 de butuci, deoarece nu vor fi luați în considerare 50 de butuci de pe rîndurile exterioare pentru ca astfel să se îndepărteze influența vecinilor. Această mărime sporită a parcelei experimentale la astfel de experiențe impune însă, ca numărul variantelor să nu fie prea ridicat spre a nu depăși mărimea cea mai favorabilă a blocului.

La noi, Institutul de cercetări horti-viticole propune, pe baza cercetărilor, ca mărimea parcelelor în experiențele agrotehnice să fie de 20—40 de butuci, putînd să ajungă la 50 de butuci în experiențele unde este necesar să fie creat un microclimat special, ca de exemplu în experiențele cu irigare, forme înalte etc.

Metoda de așezare cea mai precisă s-a dovedit a fi patratul latin care este indicată mai ales în experiențele unde se presupune că vor fi diferențe mici între variante. Pentru experiențele unde sînt de prevăzut diferențe mari între diferitele variante, se poate utiliza și metoda blocurilor randomizate și altele.

IV. EXECUTAREA EXPERIENȚELOR

Se vor aplica în executarea experiențelor măsurile generale de tehnologie a culturii, adaptate condițiilor locale privitoare la desfundarea terenului, plantare, distanța între plante, tăieri, lucrări de îngrijire etc.

Soiurile, respectiv clonele se vor grupa în experiențe separate după categoria de producție (struguri de masă și struguri de vin). În fiecare grupă se va introduce un soi martor din categoria respectivă și anume cel raionat în gospodărie (N e a g u 1960).

Observațiile și determinările în timpul perioadei de vegetație se referă în special la următoarele însușiri, citînd pe cele mai importante:

a) ritmul de pornire a vegetației primăvara (1—9);

b) starea culturii (1—9); se va nota de două ori și anume primăvara la trei săptămîni după pornirea vegetației și a doua oară la înflorit;

c) data înfloritului;

d) rezistența la ger și la iernare (1—9);

e) rezistența la boli și la dăunători (1—9) etc.

Recoltarea se face la maturitatea tehnică a fiecărui soi. Se vor lua în considerație, la determinarea producției fiecărei parcele, eventualele pierderi datorite atacului de boli, păgubirii din cauza păsărilor și insectelor etc.

La recoltare nu se va include în producția parcelelor, recolta butucilor. care au suferit influența marginii și vecinilor; de asemenea se va rectifica producția deformată de prezența golurilor.

Influența marginii trebuie luată în considerare la determinarea producției diferitelor parcele, prin aceea că se elimină producția cîte unui butuc la fiecare margine frontală.

Influența vecinilor nu există la experiențele cu soiuri și clone, datorită distanțelor mari dintre rînduri; în schimb la experiențele cu îngrășăminte și cu tratamente fitosanitare o astfel de influență există și de aceea nu se include în producția parcelei experimentale, producția rîndurilor marginale.

Goluri nu există de obicei în experiențele viticole atent plantate și îngrijite; dacă totuși ele apar în cursul anilor, aceste goluri puține vor fi considerate că

Scanned with OKEN Scanner

ar fi dat o producție egală cu media producției butucilor dintr-o parcelă (Geisler și colab. 1958).

După îndepărtarea influenței marginii și vecinilor și numărarea golurilor, se determină producția fiecărei parcele. Apoi se vor executa analize de calitate, determinîndu-se în special extractul și aciditatea.

De dorit ar fi ca aceste determinări să fie completate și cu o apreciere a vinului rezultat. În acest scop se recomandă să se planteze din fiecare soi din experiență suprafețe mai mari în parcele izolate, a căror recoltă să fie vinificată în procesul tehnologic normal. Folosind acest procedeu se face mai puțin costisitoare experiența, parcelele fiind mult mai mici și în același timp se obține o cantitate mai mare de must, care permite să se folosească mai multe repetiții în aprecierea calității vinului (Geisler și colab. 1958).

Durata experiențelor cu îngrășăminte, metode culturale și tratamente fitosanitare este de obicei de trei ani iar a celor cu soiuri și clone de 5—6 ani de producție.

6.4. EXPERIENȚE ÎN LEGUMICULTURĂ

I. OBIECTIVE DE CERCETARE

Cultura legumelor va lua în perspectivă o foarte mare extensiune pe măsură ce va fi cunoscut în cercuri tot mai largi marele rol pe care trebuie să-l joace în alimentația oamenilor variatele produse legumicole, datorită mai ales bogăției lor în vitamine. În același timp cu mărirea suprafețelor ocupate de legume, trebuie să se obțină producții mai mari, de mai bună calitate și la preț de cost mai scăzut, ceea ce va fi posibil dacă prin experiențe sistematice se vor putea obține următoarele realizări:

— cunoașterea celor mai valoroase specii, soiuri și hibrizi adaptate diferitelor condiții de climă și sol din variatele zone și bazine legumicole ale țării, pe bază de cercetări ample ale sortimentului mondial;

— indicarea celor mai adecvate scheme de îngrășare pentru diferite specii de legume atît în culturile de cîmp (timpurii, de vară și de toamnă) cît și la cele din sere și răsadnițe;

— stabilirea celor mai eficiente metode de semănat, respectiv plantat și de îngrijire a culturilor, inclusiv de folosire a ghivecelor nutritive;

— elaborarea celor mai perfecționate metode de mecanizare a cultivării legumelor;

— perfecționarea fitotehnicii legumicole în condiții de irigare;

— identificarea celor mai eficace fungicide, insecticide, erbicide și substanțe de creștere etc.

II. ALEGEREA TERENULUI

În general sînt valabile aceleași criterii — indicate în subcapitolul 3.3 ca și pentru culturile agricole. Grija pentru terenuri cît mai uniforme trebuie să fie cu atît mai mare cu cît grădinile de legume sînt în multe cazuri neuniformi-

Scanned with OKEN Scanner

zate atît din cauza lucrărilor de nivelare, executate pentru înființarea lor, cît și din cauza irigărilor. Din aceste cauze se găsesc cu greu suprafețe mari apte pentru instalarea cîmpurilor de experiență și adesea este necesar să se delimiteze cu mare atenție porțiuni speciale din tarlalele mari.

III. PARAMETRII EXPERIENȚEI

Forma parcelelor, indicată și folosită frecvent, este cea dreptunghiulară; totuși și forma patrată poate fi utilizată cu succes în condițiile specificate în subcapitolul 1.4.

Mărimea parcelelor este indicată în tabelul 6.2 pentru experiențele cu îngrășăminte, epoci de plantare (semănat), măsuri culturale, soiuri etc. (D u m i t r e s c u 1966).

Tabelul 6.2

Mărimea suprafeței recoltabile a parcelei experimentale la legume

Specia	Suprafața m²	Plante în parcelă nr.	Specia	Suprafața m²	Plante în parcelă nr.
Ardei	25	200	Salată	20	
Bame	25	200	Seminceri ceapă	25	60
Castraveți		50	Seminceri morcovi	25	60
Ceapă	20		Seminceri sfeclă	25	60
Conopidă	30	100	Seminceri varză	25	60
Dovlecei		50	Spanac	20	
Fasole	20		Tomate	40	100
Mazăre	20		Varză timpurie	25	100
Morcov	20		Varză tîrzie	30	100
Pepeni galbeni		50	Vinete	30	80—100
Pepeni verzi		50			

La experiențele cu asolamente, culise, irigații și lucrările solului, suprafața recoltabilă la toate aceste specii este de 40 m².

Pentru determinarea suprafeței semănate se adaugă suprafața pe care o reprezintă eliminările la marginile frontale și laterale și anume cîte 1—2 rînduri, respectiv cîte o fîșie lată de 0,5 m² la speciile care se seamănă cu mașina. Fac excepție experiențele cu irigații, asolamente și îngrășăminte unde eliminările laterale și frontale au o lățime de 1—1,5 m, iar la cele de mecanizare 1,5—2 m.

Scanned with OKEN Scanner

În culturile forțate de legume (sere și răsadnițe) se vor folosi pentru experiențe numărul minim de plante recoltabile, respectiv ferestre, indicat în tabelul 6.3 (Dumitrescu 1966).

Tabelul 6.3

Numărul minim de plante recoltabile, respectiv ferestre în seră și răsadnițe

Specia	Numărul minim de plante recoltabile		Numărul ferestrelor (1,50×1,00 m) în răsadniță
	în seră	în răsadniță	
Ardei gras	24	22	2
Ardei iute	40	40	2
Castraveți	5	9—12*	3
Conopidă	20	18	2
Dovlecei	—	8	2
Gulioare	40	30	1
Morcovi	—	300	1
Pătlăgele vinete	20	16	2
Pepeni	10**		3
Ridichi de lună	1 000	600	1
Salată	30—40*	20—30*	1
Tomate înalte	15	16	2
Tomate pitice	—	18	2

* după soi
** în sere universale

Forma parcelelor, dovedită ca cea mai favorabilă, este, ca și la experiențele cu plante agricole cea alungită, dreptunghiulară, pentru motivele expuse în subcapitolul 1.4. Totuși sînt situații cînd forma patrată este de preferat.

Este de asemenea indicat ca și repetiția, care cuprinde o singură dată fiecare variantă, să aibă o formă patrată pentru a avea condiții de sol cît mai uniforme.

Așezarea cea mai recomandabilă este patratul latin pentru experiențele de cîmp, iar pentru cele din sere și răsadnițe atît patratul latin cît și blocurile randomizate.

O problemă care cere o mare atenție în executarea experiențelor în sere este îndepărtarea influenței marginii. Astfel, de exemplu, nu trebuie incluse în calculul producției cîte un răsad așezat în imediata vecinătate a potecilor de circulație din seră, la plantele de talie mică (ridichi, salată etc.), lățimea fîșiei neluată în considerație trebuind să fie de 40 cm. De asemenea în sere se va căuta să se așeze experiențele în așa fel, încît să fie ocrotite de influențe, care ar cauza neuniformități în creșterea și dezvoltarea plantelor; în acest scop experiențele se vor plasa la cel puțin 2 m depărtare de pereții de zid dinspre nord și de pereții de sticlă dinspre sud. Tot astfel vor fi evitate lipsa de lumină sau diferențele prea mari de intensitate luminoasă. După aceleași principii trebuie să se execute și experiențele în răsadnițe.

Scanned with OKEN Scanner

IV. EXECUTAREA EXPERIENȚELOR

Fixarea asolamentului se va face după regulile indicate la experiențele cu plante agricole, preferînd succesiunea indicată pentru gospodăriile legumicole din regiune.

Observațiile și determinările în timpul perioadei de vegetație se vor face după indicațiile generale cuprinse în subcapitolul 3.12, la plantele legumicole insistîndu-se în special asupra următoarelor însușiri, respectiv date:

Data răsăritului;

Aprecierea răsăritului (1—9);

Starea culturii (1—9); se va aprecia de mai multe ori și anume la 3 săptămîni după răsărit, în perioada înfloritului și înainte de recoltare;

Data înfloritului;

Data începutului și terminării legării fructelor;

Data maturității fructelor, respectiv maturității căpățînilor;

Înălțimea plantelor, grosimea tulpinilor, diametrul căpățînilor (cm);

Rezistența la ger (1—9);

Rezistența la secetă (1—9);

Rezistența la boli și dăunători (1—9).

Recoltarea începe cu eliminarea influenței marginii, vecinilor și golurilor. În afară de determinări cantitative ale producției parcelelor, se va aprecia și calitatea produselor, în cîmp și laborator.

6.5. EXPERIENȚE ÎN CONDIȚII DE IRIGARE

I. OBIECTIVE DE CERCETARE

Extinderea rapidă a culturilor în condiții de irigare impune rezolvarea prealabilă, prin experiențe meticuloase, a numeroase probleme, din care citățm:

— identificarea soiurilor, respectiv hibrizilor capabili să valorifice în cel mai înalt grad condițiile de irigare;

— stabilirea măsurilor agrofitotehnice (referitoare la îngrășăminte, metode culturale etc.), sub regim uniform de irigare;

— determinarea relațiilor dintre măsurile agrofitotehnice și regimul de umiditate al solului;

— stabilirea regimului optim de irigare pentru diferite specii și soiuri;

— precizarea tehnicii de irigare a culturilor: prin aspersiune, pe brazde, pe fîșii, prin inundare etc.

II. PARAMETRII EXPERIENȚEI

Forma parcelelor este de preferință dreptunghiulară.

Mărimea parcelei este de 30—60 m^2 suprafață recoltabilă, în funcție de specia cultivată.

Scanned with OKEN Scanner

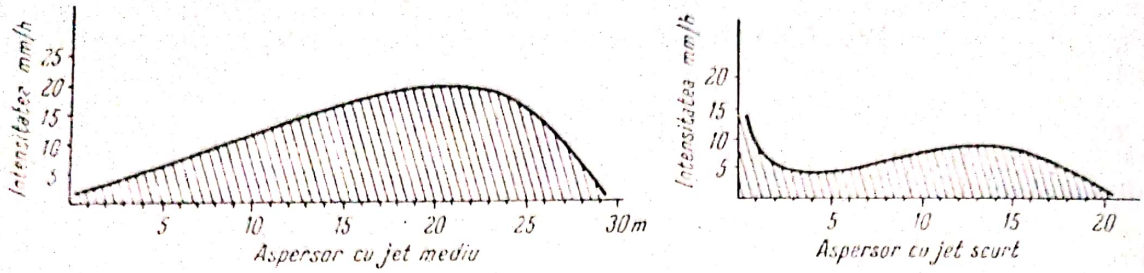


Fig. 6.3 — Distribuția apei pe raza de acțiune a aspersorului

Metoda de așezare pentru efectuarea experiențelor monofactoriale cu regim de irigare este în patrat latin, iar pentru experiențele polifactoriale, care sînt cele mai extinse, metoda parcelelor subdivizate.

Sistemul adoptat este cel staționar, cu excepția experiențelor, care se execută la mai multe culturi și se plasează într-o anumită rotație.

Schemele pentru experiențe în condiții de irigare trebuie alese ținîndu-se seama de particularitățile factorilor studiați, metoda de irigație folosită, cerințele culturilor și caracteristicile tehnico-funcționale ale utilajului de irigație. Schemele experiențelor trebuie să creeze posibilitatea repartizării cît mai uniforme și măsurării precise a apei, să asigure o bună izolare a variantelor în spațiu, să nu ocupe suprafețe prea mari de teren pentru sporirea preciziei rezultatelor și reducerea cheltuielilor de execuție.

Cunoașterea caracteristicilor aspersorului, eventual studiul lor prealabil, este deosebit de importantă pentru întocmirea schemelor experimentale. Interesează în mod deosebit raza de acțiune, uniformitatea distribuției apei pe raza aspersorului și la diferite scheme de udare, intensitatea ploii.

Funcție de raza de acțiune a aspersorului, uniformitatea distribuției apei este diferită. Aspersoarele cu jet mediu se caracterizează printr-o udare mai neuniformă și totodată printr-o intensitate mai mare a ploii, în timp ce aspersoarele cu rază mică de acțiune distribuie apa mai uniform și realizează intensități mici (fig. 6.3).

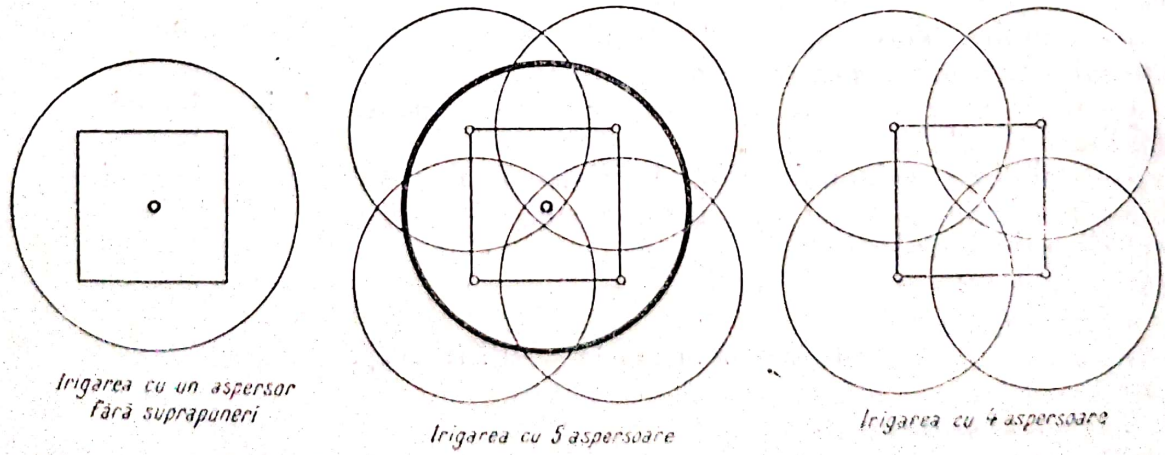


Fig. 6.4 — Scheme de irigare a variantelor experimentale

Udarea unei variante cu cele două tipuri de aspersoare se realizează diferit. În cazul utilizării aspersorului cu rază mare de acțiune întreaga variantă este udată de un singur aspersor așezat central. Parcela are forma unui patrat înscris în cercul stropit de aspersor (fig. 6.4, a). Pentru îmbunătățirea uniformității udării și evitarea influenței vîntului, schema poate fi îmbunătățită prin plasarea a încă patru aspersoare cu ploaie lentă în colțurile variantei (fig. 6.4, *b*).

Metoda este indicată pe solurile cu permeabilitate corespunzătoare.

Rezultate mai bune se obțin prin folosirea aspersoarelor cu rază mică de acțiune și ploaie lentă, așezate în patrat (fig. 6.4, *c*) prin a căror suprapunere se asigură o udare mai uniformă, se reduce suprafața parcelei experimentale și a spațiilor de izolare.

III. EXECUTAREA DIFERITELOR GRUPE DE EXPERIENȚE

Experiențele cu măsuri agrofitotehnice irigate uniform se execută după schemele obișnuite, păstrînd forma și dimensiunile parcelelor. Schemele de udare trebuie să acopere uniform întreaga suprafață a experienței (fig. 6.4, *c*). Avînd în vedere că aleile care separă blocurile vor servi și pentru întinderea aripei mobile de irigație, distanța dintre 2—3 alei este necesar să fie multiplu de 6 m (lungimea unui tronson de conductă).

Pentru cercetările cu regim și cu metode de irigare, care presupun cantități, metode și epoci diferite de administrare a apei, schemele de amplasare trebuie să prevadă spații de izolare între variante egale cu de 1,2—1,5 ori lungimea razei de acțiune a aspersorului, funcție de culturile irigate și de vînt. La aceste experiențe se adoptă una din schemele de udare prezentate, depinzînd de utilajul folosit pentru irigare. Datorită mărimii parcelelor experimentale cît în deosebi spațiului ocupat de zonele de separare a variantelor, asemenea experiențe se execută cu număr mic de variante, și ocupă suprafețe mari de teren. Pentru amplasarea lor se impune alegerea unor suprafețe cît mai uniforme.

La irigația pe brazde spațiile de izolare prevăzute pentru îndepărtarea influenței vecinilor dintre variantele cu tratamente de apă diferite sînt de 4—8 m, în funcție de textura solului, sau mai mari pe solurile freatic umede. Alimentarea cu apă a brazdelor trebuie să se facă astfel încît să fie evitat transportul substanțelor nutritive de la o variantă la alta sau udarea neuniformă pe lungimea brazdei. În acest scop se recomandă aducerea apei prin conducte la joasă presiune pînă la capătul parcelelor și folosirea de dispozitive perfecționate pentru distribuție și măsurare.

Experimentarea schemelor de udare prin aspersiune, urmează principiul folosit în cercetarea regimului de irigație, fiind necesare parcele experimentale și spații de izolare mai mari. Cercetările se fac periodic în condiții diferite de vînt, temperatură și la diferite faze de vegetație ale culturilor.

Studiul elementelor brazdelor de udare se face pe terenuri cu pantă corespunzătoare, în prealabil nivelate. Se folosesc scheme specifice pentru determinarea interacțiunilor dintre lungimea brazdei, pantă, debit, secțiune și profilul brazdei. În egală măsură este analizată uniformitatea udării.

Pentru îndepărtarea influenței marginii se vor elimina, la irigarea prin aspersiune cîte 5 m la ambele capete ale brazdei.

Scanned with OKEN Scanner

Anumite cercetări privind studiul comparativ al metodelor de irigare (aspecte tehnico-organizatorice și economice) și altele nu pot fi executate decît pe parcele foarte mari în condiții de producție.

Experiențele se fac în condițiile de irigare folosite în producție, cu excepția experiențelor cu regim de irigație care se fac prin metoda mai precisă a brazdelor scurte (de circa 20 m).

La noi majoritatea experiențelor în condiții de irigare se fac prin aspersiune (folosindu-se aspersoare rotative) la toate culturile, iar la prășitoare se folosește și irigarea pe brazde.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL

7

LOTURI DEMONSTRATIVE ȘI EXPERIENȚE DE PRODUCȚIE

Importanță. Marile succese înregistrate în dezvoltarea agriculturii în ultimii 50 de ani sînt datorite rezultatelor experimentale obținute în experiențele pe parcele mici, a căror suprafață a oscilat, de cele mai multe ori, între 10 și 25 m^2.

În ultimul timp s-a simțit nevoia ca rezultatele cîmpurilor experimentale să fie demonstrate celor ce lucrează în producție prin culturi făcute pe suprafețe mai mari; alteori se execută în producție chiar experiențe riguroase, însă semănate pe parcele de hectare întregi.

După scopurile diferite urmărite, încercările în producție se clasifică în două mari grupe: loturi demonstrative și experiențe pe parcele mari.

Loturile demonstrative au în primul rînd scopul de a face cunoscute și de a extinde în producție soiurile, metodele culturale, îngrășămintele și diferitele tratamente (erbicide, fitoregulatori etc.), a căror valoare a fost stabilită prin experiențe sistematice anterioare. Executîndu-se pe parcele mari etc. sînt mai convingătoare pentru cei ce lucrează nemijlocit în producție, aceștia privind adesea cu neîncredere rezultatele obținute pe parcelele mici din cîmpurile de experiență, deoarece presupun că plantele cresc aici în condiții diferite de cele din cultura mare. Pentru aceste motive este o datorie chiar pentru cercetători ca ei înșiși, după ce au obținut în cîmpurile de experiență rezultate demne de a fi luate în considerație, să se străduiască „să evadeze în condiții de producție" cu variantele dovedite de perspectivă.

Loturile demonstrative ajută de asemenea pe specialiștii agricoli din marile unități agricole socialiste să-și clarifice unele probleme în ceea ce privește agrofitotehnica diferențiată de aplicat pe variatele tarlale, atît în ceea ce pri-

Scanned with OKEN Scanner

veşte speciile şi soiurile, densităţile de semănat şi lucrările solului, cît şi aplicarea îngrăşămintelor, deoarece dau indicaţii preţioase pentru elaborarea unui program sistematic de ridicarea continuă a producţiei.

De asemenea loturile demonstrative cu soiuri pot servi ca mijloc de înmulţire şi răspîndire a noilor soiuri valoroase.

Amplasare. Cîmpul, în care va fi aşezat lotul demonstrativ, trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

— să fie aşezat într-un loc uşor accesibil vizitelor, de preferat în apropierea şi de-a lungul unei şosele principale;

— să fie cît mai uniform şi cît mai plan; el trebuie să fi avut în anii anteriori aceeaşi cultură şi să fi primit acelaşi îngrăşămînt pe întreaga suprafaţă destinată acestei încercări;

— să fie aşezat la cel puţin 4 m de la marginea tarlalei spre a se evita neregularităţile arăturii cauzate de întoarcerea tractorului şi uneltelor pentru lucrarea solului.

Organizare. Variantele din loturile demonstrative se cultivă de obicei fără repetiţii, pe suprafeţe de cel puţin 500 m^2.

Numărul variantelor este recomandabil să nu treacă de 4, dintre care una va fi varianta martor (îngrăşat obişnuit, metoda culturală practicată sau soiul raionat), iar celelalte vor fi variantele noi.

Aşezarea diferitelor variante va fi liniară; latura îngustă a parcelelor va fi plasată pe drumul de acces, care va avea o lăţime de 3—4 m (fig. 7.1).

Loturile demonstrative trebuie organizate astfel încît să permită aplicarea lucrărilor în condiţii identice celor din producţie; în acest scop lăţimea şi lungimea parcelelor vor fi astfel dimensionate încît să permită semănarea cu maşinile folosite în producţie şi recoltarea cu combina.

Între parcelele ocupate de diferite variante se vor prevedea cărări late de 1—2 m în scopul de a se putea recolta separat fără pericol de amestec.

Executarea lucrărilor se va face după aceleaşi principii, care stau la baza experienţelor sistematice. Astfel, de exemplu, pe un lot demonstrativ cu soiuri, îngrăşarea şi pregătirea terenului ca şi lucrările de îngrijire vor fi aceleaşi pentru toate parcelele, variind de la o parcelă la alta numai soiul. Din contră pe un lot demonstrativ cu îngrăşăminte se schimbă de la o parcelă la alta numai îngrăşămîntul, pe cînd toate lucrările de pregătire a terenului şi de îngrijire a culturilor, inclusiv soiul vor fi aceleaşi pentru toate parcelele.

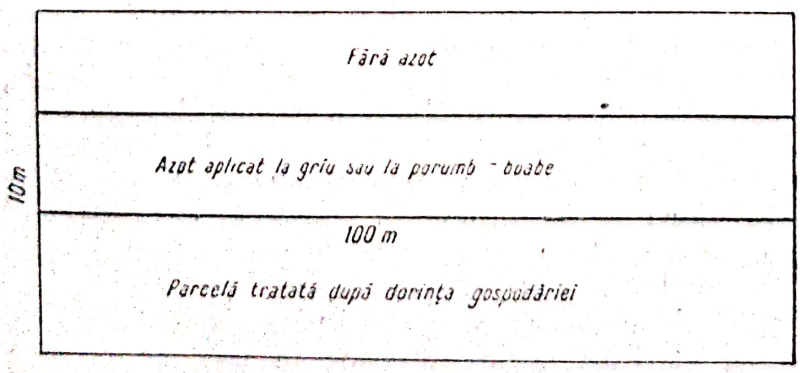


Fig. 7.1 — Schemă pentru un lot demonstrativ cu îngrăşăminte

Observaţii de vegetaţie se vor face pentru cele mai importante faze (răsărit, înspicat, maturitate) şi însuşiri (rezistenţa la ger, cădere, boli etc.). Se vor face şi fotografii pentru aspectele cele mai interesante ale culturii demonstrative.

Scanned with OKEN Scanner

Etichetarea parcelelor este necesară; ea se va face scriindu-se pe tăbliţe mari de lemn, cu litere marcant vizibile numele fiecărei variante, pentru ca în timpul demonstraţiilor orice vizitator să poată să se orienteze uşor.

De asemenea s-a dovedit utilă, spre a evita încălcări în timpul lucrărilor de îngrijire, delimitarea vizibilă a culturii demonstrative de restul tarlalei; în acest scop se vor marca colţurile acestei încercări prin pari înalţi, care să depăşească cultura.

Prin loturile demonstrative nu se poate determina cu precizie valoarea unui soi, îngrăşământ sau metode culturale; într-adevăr, aceste culturi se fac de obicei fără repetiţii, fără calcularea precisă a cantităţii de sămînţă, fără îndepărtarea influenţei golurilor etc. Neluînd aceste precauţii, nu se poate, deci, stabili decît numai aproximativ capacitatea de producţie a variantelor cultivate alături.

Loturile demonstrative trebuie, în consecinţă, să fie organizate numai după ce prin experienţe sistematice anterioare s-au găsit cele mai bune soiuri şi cele mai potrivite îngrăşăminte şi metode culturale; aceste culturi ne dau posibilitatea să ne orientăm asupra superiorităţii acelor mijloace culturale, care permit, prin simpla apreciere a vegetaţiei, stabilirea de diferenţe marcante. De aceea ele se execută mai mult cu îngrăşăminte şi metode culturale, unde diferenţele între variante pot fi bătătoare la ochi şi convingătoare chiar numai prin simpla apreciere a vegetaţiei.

În afară de loturi demonstrative, se pot organiza în producţie şi experienţe pe parcele mari, a căror suprafaţă oscilează între 0,5 ha pînă la 10 ha, parcelele mai mari fiind indicate pe soluri mai uniforme.

Astfel de experienţe denumite **experienţe de producţie** se fac după toate regulile experienţelor riguroase pe parcele mici, inclusiv cu repetiţii, cu deosebirea că se fac pe parcele mari în condiţii de producţie.

Prin cultivarea în condiţii de producţie pot fi puse în evidenţă unele particularităţi legate de aceste condiţii, care nu pot fi sesizate în cîmpurile experimentale, ca de exemplu, rezistenţa la scuturare sau defectul de a se treiera greu al unor soiuri, unele dificultăţi legate de aplicarea pe suprafeţe mari a unor lucrări sau tratamente, cum este aplicarea tîrzie a îngrăşămintelor cu azot la cerealele înalte. De asemenea numai în astfel de experienţe de producţie se poate determina influenţa tasării pămîntului de către maşinile mari asupra producţiei sau capacitatea de producţie a soiurilor de cartofi în condiţii de mecanizare totală a recoltării cu ajutorul combinelor (Specht şi colab. 1960).

Experienţele de producţie pot aduce un real aport la lămurirea unor importante probleme agrofitotehnice chiar dacă ele se execută fără repetiţii; este vorba de aşa-numitele *experienţe pe parcele mari, dispersate*, care sînt organizate de o centrală. Prin actuala organizare a agriculturii socialiste este posibil ca aceste experienţe de producţie să devină un instrument puternic de verificare ştiinţifică şi de răspîndire rapidă a metodelor noi de sporire a producţiei. Executarea pe zone naturale a mai multor loturi demonstrative după o tematică unică permite ca, deşi rezultatele fiecărui lot în parte nu pot fi suficient de sigure din cauza lipsei repetiţiilor, prin valorificarea centralizată a rezultatelor, considerînd fiecare lot o repetiţie, să se tragă concluzii pe o bază ştiinţifică.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL

8

NOȚIUNI INTRODUCTIVE DE VALORIFICARE A REZULTATELOR EXPERIMENTALE

8.1. GENERALITĂȚI. DISTRIBUȚII OBSERVATE

Experimentatorul în domeniul agriculturii are dificila sarcină de a lucra cu un material, prin natura sa foarte variabil și supus unor nenumărate influențe necontrolabile ale mediului înconjurător. Majoritatea caracterelor studiate, și în cea mai mare măsură producția, care este cel mai adesea obiectivul principal al experimentării, sînt rezultatul unor interacțiuni complexe între genotipul plantelor (de multe ori el însuși foarte neomogen) și numeroșii factori care determină fertilitatea solului, aprovizionarea plantelor cu apă, gradul de infestare cu diferite boli și dăunători etc.

Aceste interacțiuni, împreună cu neuniformitățile inevitabile în executarea însăși a experienței (măsurarea parcelelor, asigurarea densității și adîncimii de semănat etc.), produc fluctuațiile importante de la o repetiție la alta, pe care orice experimentator le-a putut remarca. Se înțelege că orice concluzie trasă pe baza unor date atît de variabile implică un anume grad de incertitudine. Din această cauză a fost necesar aportul statisticii în valorificarea rezultatelor experimentale.

La un număr mic de repetiții, fluctuațiile rezultatelor par cu totul dezordonate și de neprevăzut. Pe măsură ce crește însă numărul repetițiilor, rezultatele încep să se grupeze într-un mod caracteristic, datorat compensării parțiale a factorilor cu influență pozitivă și negativă.

Pentru exemplificare prezentăm în tabelul 8.1 producțiile de boabe a 100 parcele de 6 m^2 cultivate cu soiul martor Bezostaia 1 în cîmpul de ameliorare a grîului de la Stațiunea Experimentală Lovrin.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 8.1

Producțiile de boabe a 100 parcele de 6 m² cultivate cu soiul Bezostaia 1 în cîmpul experimental de la Lovrin

Nr. crt.	Producția	Nr. crt.	Producția	Nr. crt.	Producția	Nr. crt.	Producția
1	2,72	26	3,00	51	3,08	76	3,17
2	2,76	27	3,01	52	3,09	77	3,17
3	2,84	28	3,01	53	3,09	78	3,19
4	2,85	29	3,01	54	3,09	79	3,19
5	2,87	30	3,02	55	3,09	80	3,21
6	2,87	31	3,02	56	3,10	81	3,21
7	2,88	32	3,02	57	3,10	82	3,22
8	2,90	33	3,03	58	3,10	83	3,23
9	2,91	34	3,03	59	3,11	84	3,24
10	2,93	35	3,04	60	3,11	85	3,24
11	2,93	36	3,04	61	3,11	86	3,25
12	2,93	37	3,04	62	3,11	87	3,25
13	2,94	38	3,04	63	3,13	88	3,25
14	2,94	39	3,04	64	3,13	89	3,25
15	2,95	40	3,05	65	3,13	90	3,27
16	2,95	41	3,05	66	3,13	91	3,29
17	2,96	42	3,05	67	3,14	92	3,29
18	2,96	43	3,06	68	3,14	93	3,31
19	2,96	44	3,06	69	3,14	94	3,31
20	2,97	45	3,07	70	3,14	95	3,33
21	2,97	46	3,07	71	3,15	96	3,34
22	2,98	47	3,07	72	3,15	97	3,36
23	2,98	48	3,07	73	3,15	98	3,37
24	2,99	49	3,08	74	3,16	99	3,38
25	2,99	50	3,08	75	3,17	100	3,43

Scanned with OKEN Scanner

Aceste rezultate pot fi prezentate sub o formă mai concisă, dacă executăm gruparea datelor în clase și calculăm frecvența corespunzătoare fiecărei clase (adică numărul de cazuri cuprinse între limitele fiecărei clase) (tabelul 8.2). Acest mod de grupare a datelor, cunoscut sub numele de *șir de variație*, este foarte folosit atunci cînd este vorba de determinări executate la un număr mare de indivizi (măsurători biometrice etc.).

Tabelul 8.2

Șirul de variație al producțiilor soiului Bezostaia 1 în cîmpul experimental de la Lovrin (kg/6m²)

Limitele claselor	Centrele claselor	f (nr. cazurilor)	a (abaterea față de media probabilă)	$f.a$	a^2	$f.a^2$
2,70						
2,75	2,725	1	−7	− 7	49	49
2,80	2,775	1	−6	− 6	36	36
2,85	2,825	1	−5	− 5	25	25
2,90	2,875	4	−4	−16	16	64
2,95	2,925	7	−3	−21	9	63
3,00	2,975	11	−2	−22	4	44
3,05	3,025	14	−1	−14	1	14
3,10	3,075	16	*Media probabilă A*		0	0
3,15	3,125	15	+1	+15	1	15
3,20	3,175	9	+2	+18	4	36
3,25	3,225	6	+3	+18	9	54
3,30	3,275	7	+4	+28	16	112
3,35	3,325	4	+5	+20	25	100
3,40	3,375	3	+6	+18	36	108
3,45	3,425	1	+7	+7	49	49
	TOTAL	100		+33		769

Se observă că, deși parcelele din exemplul nostru au fost cultivate cu același soi și în condiții agrotehnice pe cît posibil egale, influența multiplilor factori necontrolabili a determinat obținerea unor producții foarte diferite. Nu toate aceste producții au fost, însă, egal de frecvente. Cea mai mare frecvență au avut-o producțiile mijlocii, situate în jurul a ceea ce putem denumi producția medie a soiului în condițiile respective, în timp ce producțiile mai mari sau mai mici au apărut cu atît mai rar, cu cît abaterea lor față de medie a fost mai mare.

Acest aspect, de o mare generalitate în rîndul variabilelor cu care lucrează experimentatorul agricol, reiese mai bine din reprezentarea grafică a datelor sub formă de *histogramă* (fig. 8.1) în care pe abscisă se găsesc intervalele de

Scanned with OKEN Scanner

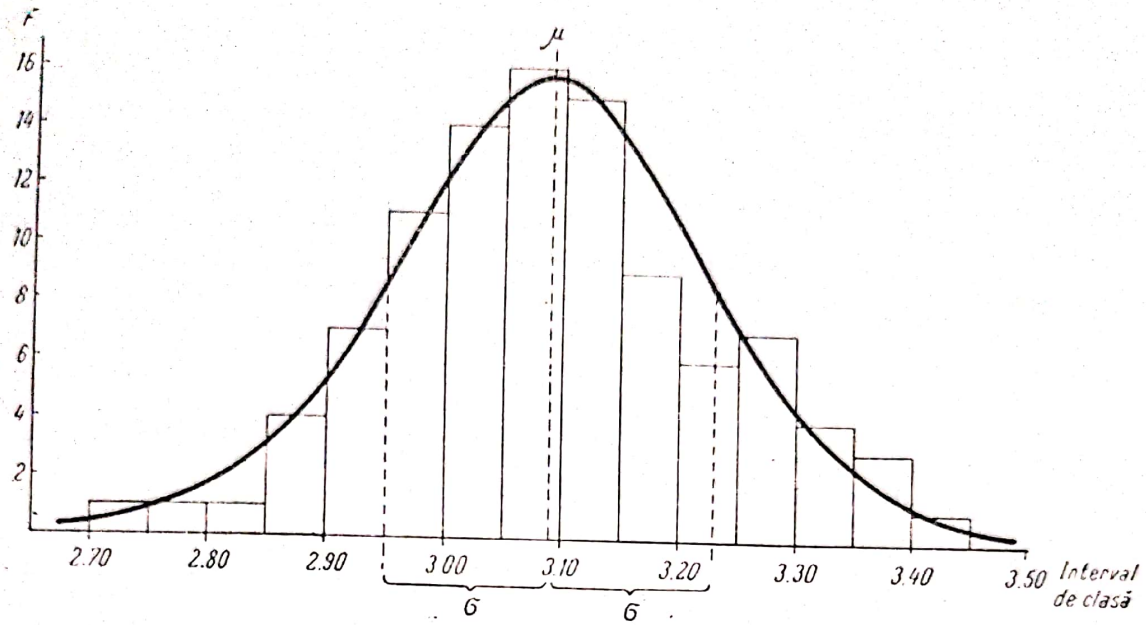


Fig. 8.1 — Histograma producţiilor soiului Bezostaia 1 în cîmpul experimental de la Lovrin

clasă şi pe ordonată frecvenţa (ca număr de indivizi sau, mai bine, în procente), suprafaţa dreptunghiurilor fiind astfel proporţională cu frecvenţa corespunzătoare fiecărei clase. Este foarte caracteristică gruparea majorităţii cazurilor în porţiunea centrală a histogramei şi micşorarea bruscă a înălţimii dreptunghiurilor de o parte şi de alta a mediei.

Histograma noastră are o formă întrucîtva asimetrică şi, în general, la un număr mai mic de repetiţii aspectul histogramei ar fi fost şi mai neregulat. Dimpotrivă, dacă numărul repetiţiilor ar spori în continuare, este de aşteptat ca histograma să capete o formă tot mai simetrică. Aceasta ne conduce la concluzia că, la un număr infinit de mare de repetiţii şi la o îngustare extremă a intervalelor de clasă, forma finală a distribuţiei ar căpăta aspectul unei curbe simetrice continue. Această curbă ar putea fi considerată drept distribuţia teoretică ideală sau adevărată a *populaţiei sau colectivităţii tuturor producţiilor posibile* pe care le poate da soiul Bezostaia 1 în condiţiile respective.

Consideraţii teoretice, ca şi numeroase dovezi experimentale, permit să se tragă concluzia că, în majoritatea cazurilor întîlnite, cel puţin în experimentarea agricolă, curbele ideale sînt apropiate de tipul curbei normale denumită şi curba lui Gauss-Laplace.

8.2. DISTRIBUŢIA NORMALĂ

Curba normală descrie o distribuţie teoretică definită de formula:

$$f(x)\,dx = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}\,dx$$

Scanned with OKEN Scanner

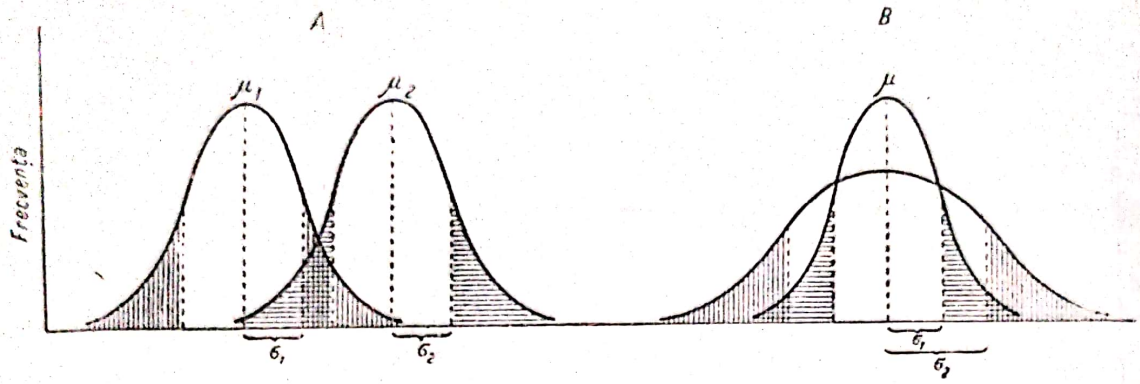


Fig. 8.2 — Parametrii μ și σ determină poziția și forma curbelor normale:
A: poziții diferite, aceeași abatere standard ($\sigma_1 = \sigma_2$)
B: aceeași poziție, abateri standard diferite ($\sigma_1 \neq \sigma_2$)

În această formulă, în afara constantelor π și e și a variabilei x, intră mărimile μ (miu) și σ (sigma) denumite *parametrii distribuției*, care determină poziția și forma curbelor normale (fig. 8.2).

Parametrul μ reprezintă *media* tuturor valorilor individuale ale distribuției și corespunde punctului culminant al curbei sau centrului distribuției, determinînd astfel poziția curbei.

Parametrul σ reprezintă *abaterea standard* a distribuției și este o măsură a gradului de împrăștiere al valorilor individuale ale distribuției. Grafic, el corespunde distanței, măsurate pe axa absciselor, între punctul central μ și punctele de inflexiune situate de o parte și de alta a acestuia, acolo unde curba are înclinația maximă, transformîndu-se din curbă convexă în curbă concavă. În acest fel mărimea lui σ determină gradul de „deschidere" al curbei, dîndu-i înfățișarea de „clopot" mai larg sau mai îngust.

Ceea ce este caracteristic curbelor normale este faptul că, indiferent de valorile lui μ și σ, ele cuprind un număr caracteristic de cazuri pe diferite intervale măsurate în unități σ.

Astfel, la toate curbele normale, în intervalul egal cu mărimea lui σ măsurată de fiecare parte a lui μ (adică pe porțiunile haşurate în fig. 8.2) sînt cuprinse 68,27% din totalul cazurilor, în timp ce intervalul de două ori mai mare, adică de cîte 2 σ în ambele părți ale lui μ, cuprinde 95,45% din cazuri. Aceasta înseamnă că la orice curbă normală, numai 4,55% din numărul cazurilor se abat de la medie cu mai mult decît de două ori abaterea standard.

Aplicînd aceasta la exemplul nostru putem deduce deci că, indiferent de poziția și forma concretă pe care o are curba normală ce aproximează curba ideală a populației producțiilor soiului Bezostaia 1, recoltarea unei parcele a cărei producție să se abată de la media adevărată cu mai mult de 2 σ este un eveniment puțin frecvent, care apare doar aproximativ o dată la 20 cazuri (probabilitatea exactă de 5% se realizează la o abatere de 1,96 σ).

Este ușor de înțeles ce importanță are această aplicare a teoriei distribuției normale la distribuțiile reale observate. Într-adevăr, distribuția normală este

foarte bine studiată teoretic şi stă la baza unei întregi serii de metode statistice relativ simple şi uşor de aplicat.

În multe cazuri este posibil ca distribuţia normală să nu corespundă perfect curbelor ideale ale populaţiilor studiate. Dar, cum în majoritatea cazurilor aceste curbe ideale nu pot fi practic cunoscute, curba normală reprezintă cea mai bună şi cea mai convenabilă aproximare posibilă.

S-a dovedit că abaterile mici de la normalitate, întîlnite de obicei în practică, nu afectează deducţiile care au la bază teoria distribuţiei normale. Cu toate acestea experimentatorul trebuie să aibă în vedere că aproape întreaga metodică de valorificare a experienţelor se bazează pe această teorie şi deci să manifeste prudenţă în aplicarea metodelor standard ori de cîte ori este de presupus că datele de analizat manifestă abateri importante de la normalitate.

Mai există şi alte distribuţii teoretice cu aplicabilitate largă în biometrie cum sînt: *distribuţia binomială* care se aplică în cazul mărimilor de natură calitativă şi *distribuţia lui Poisson* care se aplică în cazul evenimentelor rare. Fiind mai puţin utilizate în valorificarea experienţelor de cîmp ele nu vor fi prezentate în lucrarea de faţă.

8.3. PROBE DE SONDAJ. ESTIMAREA PARAMETRILOR

Asemănarea între curbele ideale ale diferitelor populaţii studiate şi curba normală, reduce descrierea acestor populaţii la simpla prezentare a celor doi parametri ai curbei normale corespunzătoare. Practic însă, cunoaşterea acestor parametri este rareori posibilă. De cele mai multe ori cercetarea întregii populaţii este de neconceput, iar determinările pot fi executate numai asupra unor *eşantioane* sau *probe de sondaj*, care reprezintă numai o mică parte din obiectul studiului. Astfel, pentru studierea populaţiei statistice a producţiilor pe care un soi oarecare le poate da în condiţiile unui cîmp experimental, dispunem cel mai adesea de o probă de sondaj alcătuită din producţiile a 4 sau 5 parcele-repetiţii dintr-o experienţă.

De aceea, problema care se pune este ca, pe baza datelor acestor probe de sondaj, să obţinem *estimaţii* sau *valori estimative*, mai mult sau mai puţin precise, ale parametrilor întregii populaţii.

Se înţelege că este absolut necesar ca, pe de o parte, probele de sondaj să fie reprezentative pentru varianta pe care intenţionăm să o studiem, iar pe de altă parte, *concluziile trase pe baza unor eşantioane să fie extinse numai asupra populaţiei pe care acestea o reprezintă*. Este foarte important ca această populaţie din care a fost extrasă proba de sondaj să fie bine definită, pentru a evita riscul de a generaliza, de exemplu, rezultatele obţinute într-un număr redus de ani necaracteristici, considerîndu-le reprezentative pentru media anilor, sau datele obţinute pe un tip particular de sol, considerîndu-le tipice pentru o întreagă regiune.

Estimarea mediei adevărate μ se face prin calcularea mărimii $\bar{x}$, care nu este altceva decît *media aritmetică* a valorilor probei de sondaj.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru calcularea lui $\bar{x}$ se folosesc curent două metode:

1. Metoda directă constă în însumarea valorilor tuturor repetițiilor și împărțirea acestei sume la numărul repetițiilor; deci

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} \tag{8.3.1}$$

Această formulă se aplică atunci cînd dispunem de un număr mic de repetiții sau cînd folosim mașini de calcul.

Exemplul 8.3.1. Pentru estimarea producției medii adevărate a soiului Bezostaia 1 în cîmpul de la Lovrin putem folosi o probă de sondaj alcătuită din cele 4 repetiții ale unei experiențe, ceea ce este aproape echivalent cu a extrage la întîmplare 4 valori din tabelul 8.1. Procedînd în acest fel am obținut:

x_1	3,00
x_2	2,99
x_3	2,90
x_4	3,23
Σx	12,12

$$\bar{x} = \frac{12,12}{4} = 3,03$$

2. Metoda mediei provizorii se folosește atunci cînd dispunem de un număr mare de valori dispuse într-un șir de variație și nu putem folosi mașini de calcul (de exemplu la valorificarea datelor obținute prin determinări biometrice).

Metoda constă în a alege centrul uneia din clasele mijlocii (de obicei clasa cu cea mai mare frecvență) ca medie provizorie de calcul (A) și a aduna algebric la aceasta, abaterea medie a tuturor valorilor față de media provizorie. Această abatere se calculează conform expresiei $\frac{\Sigma fa}{n} \cdot i$ unde:

f reprezintă frecvența cazurilor în fiecare clasă;
a — abaterea față de media provizorie exprimată în număr de clase;
i — intervalul de clasă;
n — numărul total de cazuri (numărul repetițiilor)

Deci $\bar{x} = A + \frac{\Sigma fa}{n} \cdot i$ (8.3.2)

Aplicînd această metodă la datele din tabelul 8.2 obținem:

$$\bar{x} = 3,075 + \frac{+33}{100} \times 0,05 = 3,075 + 0,016 = 3,091$$

Un rezultat foarte asemănător dar, fără îndoială, mai precis, s-ar fi obținut dacă am fi aplicat prima metodă direct la datele din tabelul 8.1. Pierderea de precizie cauzată de gruparea datelor în clase este pe deplin compensată însă de ușurința calculelor prin metoda mediei provizorii, atunci cînd nu dispunem de mașină de calcul.

Estimarea abaterii standard σ se face prin calcularea valorii estimative s care poartă denumirea de abatere standard a probei de sondaj și este o măsură a gradului de împrăștiere al valorilor individuale față de medie.

Scanned with OKEN Scanner

Calcularea abaterii standard se poate face prin trei metode principale şi anume:

1. Metoda directă, care se poate folosi atunci cînd dispunem de un număr redus de repetiţii, porneşte de la calcularea abaterilor fiecărei valori individuale faţă de medie. După această metodă:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x-\bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum (x-\bar{x})^2}{GL}} \qquad (8.3.3)$$

unde:

x reprezintă valorile individuale ale fiecărei repetiţii;
$\bar{x}$ — media aritmetică a tuturor repetiţiilor;
n — numărul repetiţiilor;
$\sum$ — semnul însumării;
GL — grade de libertate.

Se observă că, sub radical, suma patratelor abaterilor este împărţită nu la numărul total al repetiţiilor n, cum ar fi fost de aşteptat, ci la numărul gradelor de libertate sau n-1.

Gradele de libertate sînt o noţiune matematică mult folosită în valorificarea experienţelor. Numărul lor este în general cu unul mai mic decît numărul termenilor din care se calculează media.

Folosirea gradelor de libertate se explică de obicei prin aceea că după calcularea mediei, numărul termenilor care pot varia liber fără a modifica valoarea acesteia, este cu unul mai mic decît numărul total. Unul din termeni va primi obligator anumite valori în funcţie de variaţia celorlalţi, astfel ca valoarea mediei să rămînă neschimbată. Aşadar, informaţia cuprinsă într-unul din termeni nu mai este necesară dacă dispunem de media aritmetică şi de restul termenilor.

În realitate însă, în experienţele practice calcularea mediei se face numai după ce cunoaştem valorile corespunzătoare tuturor repetiţiilor. În acest caz necesitatea de a folosi numărul gradelor de libertate în locul numărului total poate fi explicată mai logic ca o corecţie necesară din cauza numărului mic de repetiţii cu care lucrăm. Într-adevăr, la calcularea abaterilor faţă de medie, noi folosim, nu media adevărată μ, pe care nu o cunoaştem, ci media aritmetică $\bar{x}$, care este o estimaţie cu atît mai puţin precisă, cu cît numărul repetiţiilor este mai mic. Acest fapt introduce în calcule o eroare care face ca abaterea standard să fie subestimată dacă la numitor se află numărul total al repetiţiilor. Se demonstrează matematic că, folosind la numitor numărul gradelor de libertate se obţine o estimaţie mai corectă a valorii reale σ.

Aplicînd această formulă la datele din exemplul 8.3.1 obţinem:

$(x-\bar{x})$	$(x-\bar{x})^2$
3,00—3,03 = —0,03	0,0009
2,99—3,03 = —0,04	0,0016
2,90—3,03 = —0,13	0,0169
3,23—3,03 = +0,20	0,0400
	$\sum (x-\bar{x})^2 = 0{,}0594$

$$s = \sqrt{\frac{0{,}0594}{4-1}} = \sqrt{0{,}0198} = 0{,}14$$

Avînd în vedere dificultăţile care apar la aplicarea acestei metode, îndeosebi atunci cînd media are mai multe zecimale, în practică se foloseşte mai mult o formulă echivalentă, mai corespunzătoare pentru calculul cu maşina.

Scanned with OKEN Scanner

2. Metoda mașinii de calcul pornește direct de la valorile individuale, folosind formula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}} \tag{8.3.4}$$

Aplicînd această formulă la aceleași date din exemplul 8.3.1 obținem:

$\sum x^2 = (3{,}00^2 + \ldots + 3{,}23^2) = 36{,}7830$

$$\frac{(\sum x)^2}{n} = \frac{(3{,}00 + \ldots + 3{,}23)^2}{4} = \frac{(12{,}12)^2}{4} = 36{,}7236$$

$$s = \sqrt{\frac{36{,}7830 - 36{,}7236}{4-1}} = \sqrt{\frac{0{,}0594}{3}} = 0{,}14$$

3. Metoda mediei provizorii se aplică atunci cînd avem de a face cu un număr mare de indivizi dispuși într-un șir de variație.

În acest caz aplicăm formula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum f.a^2 - \frac{(\sum f.a)^2}{n}}{n-1}} \times i^2 \tag{8.3.5}$$

unde simbolurile folosite au aceeași semnificație ca și în cazul calculării mediei aritmetice.

Aplicînd această formulă la datele din tabelul 8.2 obținem:

$$s = \sqrt{\frac{769 - \frac{33^2}{100}}{99}} \times 0{,}05^2 = \sqrt{0{,}019116} = 0{,}138$$

Rezultatele obținute prin această formulă sînt puțin mai mari decît ar trebui, din cauza grupării datelor în clase. De aceea, de obicei se introduce așa-numita „corecție a lui Sheppard" adică se scade sub radical din valoarea calculată anterior, a 12-a parte din patratul intervalului de clasă.

Deci:

$$s' = \sqrt{0{,}019116 - \frac{1}{12} i^2} = \sqrt{0{,}019116 - 0{,}0002} = 0{,}137$$

În calculele de valorificare a experiențelor este mult folosit patratul abaterii standard s^2 cunoscut sub numele de *varianță* sau dispersie.

Pentru calcularea variantei se poate folosi oricare din cele trei formule prezentate mai sus, cu deosebirea că nu se mai extrage rădăcina patrată, varianța fiind egală cu expresia de sub radical.

De obicei, însă, se folosește formula:

$$s^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1} = \frac{SP}{GL} \tag{8.3.6}$$

Expresia de la numărător poartă și denumirea de suma patratelor abaterilor iar la numitor se găsește numărul gradelor de libertate.

Scanned with OKEN Scanner

8.4. DISTRIBUȚII ALE ESTIMAȚIILOR. EROAREA MEDIEI

În capitolul 8.3 am obținut cîte două estimații diferite ale parametrilor populației producțiilor soiului Bezostaia 1, pe baza a două probe de sondaj de mărime diferită. Este ușor de înțeles că, din cauza marii variabilități a valorilor individuale, extrăgînd din aceeași populație mai multe probe de sondaj, chiar de aceeași mărime, vom obține de fiecare dată diferite estimații ale acelorași parametri.

Ca exemplificare putem considera că, fiecare experiență executată în cîmpul de la Lovrin în scopul estimării capacității de producție a soiului Bezostaia 1, este echivalentă cu extragerea la întîmplare din populația tuturor producțiilor posibile, a unui număr de valori, egal cu numărul repetițiilor experienței. Orientativ, în locul întregii populații putem folosi distribuția celor 100 producții reale obținute, care, după cum am văzut în figura 8.1, nu se abate prea mult de la curba normală.

Cititorul este invitat să extragă la întîmplare din tabelul 8.1, cîteva probe de sondaj de 3—5 repetiții (folosind pentru aceasta un tabel cu numere randomizate sau extragerea de bilețele dintr-o urnă) și să calculeze, pe baza acestor probe, estimațiile parametrilor μ și σ ai populației. Aceste estimații pot fi comparate cu cele calculate în cap. 8.3 pe baza probei de 100 parcele care, probabil, sînt destul de apropiate de valorile reale ale lui σ și μ.

Executînd 50 asemenea probe de sondaj de cîte 4 repetiții am obținut pentru $\bar{x}$ valori cuprinse între 2,91 și 3,30 iar pentru s valori cuprinse între 0,06 și 0,22. O asemenea variabilitate mare se va obține probabil și în cazul estimațiilor pe care le veți calcula.

Practic, aceeași este situația și atunci cînd se execută diferite experiențe și tot atît de departe pot fi estimațiile obținute pe baza unei experiențe reale, de parametrii reali ai populației.

O asemenea constatare ar putea să ne facă sceptici față de rezultatele oricărei experiențe în general.

Extrăgînd un număr destul de mare de probe de sondaj, se poate însă constata, că majoritatea estimațiilor se grupează în jurul valorilor mijlocii și că numai în puține cazuri se obțin estimații cu valori foarte mari sau foarte mici. Putem vorbi așadar de o distribuție a estimațiilor, asemănătoare celei întîlnite în cap. 8.1 la valorile individuale. În cele ce urmează ne vom referi numai la distribuția mediilor de sondaj, întrucît problemele legate de distribuția lui s sînt mai puțin frecvente în valorificarea experiențelor.

Dacă am repeta extragerea probelor de sondaj de un număr infinit de ori, am putea verifica practic afirmația dedusă matematic, că *distribuția mediilor aritmetice calculate pe baza unor probe de sondaj de mărimea n, extrase dintr-o populație normală cu parametrii* μ *și* σ, *este tot o distribuție normală cu media* μ *și abaterea standard* $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$.

Mărimea $\sigma_{\bar{x}}$ ca și valoarea estimativă corespunzătoare $s_{\bar{x}}$ poartă denumirea de *eroare a mediei* și reprezintă abaterea standard a populației mediilor de sondaj.

Scanned with OKEN Scanner

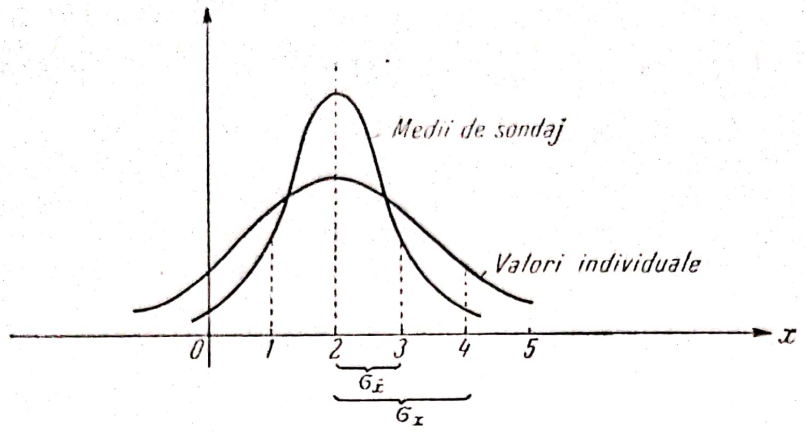


Fig. 8.3 — Eroarea mediilor de sondaj este de $\sqrt{n}$ ori mai mică decît abaterea standard a valorilor individuale (n=4)

Faptul că eroarea mediei este de $\sqrt{n}$ ori mai mică decît abaterea standard a valorilor individuale, înseamnă că mediile de sondaj se grupează în jurul mediei adevărate a populației, mai strîns decît valorile individuale și anume, cu atît mai strîns cu cît numărul repetițiilor din care este alcătuit eșantionul este mai mare. Aceasta explică de fapt și încrederea mai mare pe care, în mod logic, o acordăm mediilor și îndeosebi celor obținute dintr-un număr mai mare de repetiții, în comparație cu valorile individuale.

Figura 8.3 prezintă comparativ curbele normale ale distribuției unei populații de valori individuale și ale distribuției mediilor de sondaj de cîte 4 repetiții, extrase din această populație. Este evident că mediile de sondaj au șanse mult mai mici de a se abate mult de la media adevărată decît valorile individuale corespunzătoare.

Foarte important este și faptul că mediile de sondaj dintr-o populație normală sînt distribuite tot normal. Mai mult încă, s-a demonstrat că distribuția mediilor de sondaj tinde să rămînă normală chiar atunci cînd distribuția valorilor individuale se abate întrucîtva de la normalitate. Raționamentele făcute în cap. 8.2, pe baza teoriei curbei normale, asupra distribuției valorilor individuale, sînt deci cu atît mai adevărate în cazul mediilor de sondaj. Supunîndu-se legii normale, distribuția mediilor va cuprinde, pe fiecare interval măsurat în unități egale cu eroarea mediei $\sigma_{\bar{x}}$, numărul de cazuri caracteristic oricărei curbe normale. Astfel, putem deduce că 68,27% din mediile probelor de sondaj nu se vor abate de la media reală cu mai mult decît mărimea erorii mediei. De asemenea putem afirma că numai 5% din totalul probelor de sondaj vor furniza estimații ale mediei care să se abată cu mai mult de 1,96 $\sigma_{\bar{x}}$ în plus sau în minus față de media adevărată.

Așa dar, mărimea erorii mediei poate fi folosită ca un bun indice al preciziei mediilor aritmetice obținute. De aceea estimația valorii $\sigma_{\bar{x}}$ eroarea mediei $s_{\bar{x}}$, a căpătat o largă aplicare în lucrările de statistică. Se obișnuiește ca, la prezentarea rezultatelor, îndeosebi la măsurători biometrice unde fiecare medie are o altă eroare, mediile aritmetice să fie urmate de erorile lor $s_{\bar{x}}$ cu semnul $\pm$ (Ex.: 2,65 $\pm$ 0,32), sau acolo unde mai multe rezultate au aceeași eroare, eroa-

Scanned with OKEN Scanner

rea mediilor să fie prezentată în primul rînd al tabelului. În acest fel cititorul poate să aprecieze singur precizia rezultatelor aplicînd, de exemplu, următoarele reguli cu totul orientative:

1) aproximativ într-un caz din 3, estimațiile se abat de la media adevărată cu mai mult decît $\pm$ eroarea mediei;

2) aproximativ într-un caz din 20, estimațiile se abat de la media adevărată cu mai mult decît de două ori eroarea mediei;

3) aproximativ într-un caz din 100, media adevărată se va afla față de estimația obținută la mai mult decît de 3 ori eroarea mediei.

O apreciere exactă a preciziei mediilor nu este însă posibilă decît cu ajutorul valorilor t.

Pentru calcularea estimației erorii mediei se calculează întîi abaterea standard s prin oricare din cele 3 metode prezentate în capitolul 8.3 și se împarte apoi prin $\sqrt{n}$ unde n este numărul repetițiilor din care este calculată media.

$$\text{Deci } s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\overline{s^2}}{n}} = \sqrt{\frac{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}}{n\,(n-1)}} \qquad (8.4.1)$$

8.5. VALORI t. DISTRIBUȚIA t. INTERVALE DE ÎNCREDERE

Am văzut că, avînd în vedere distribuția normală a mediilor de sondaj, este util să se exprime abaterile față de media reală în unități egale cu eroarea mediei. Aceasta echivalează cu calcularea valorilor $\frac{\bar{x}-\mu}{\sigma_{\bar{x}}}$, cunoscute sub numele de *valori t*.

Este ușor de dedus că valorile t calculate astfel, vor fi distribuite tot normal, ca și mediile de sondaj. Interesant este însă faptul că, prin efectuarea diferenței față de μ, punctul central al distribuției valorilor t va fi 0 iar, prin raportarea abaterilor la eroarea mediei, abaterea standard a distribuției t devine 1. Aceasta înseamnă, că prin calcularea valorilor t, toate distribuțiile normale ale mediilor de sondaj se reduc la o singură distribuție caracteristică, cu parametrii constanți $\mu = 0$ și $\sigma = 1$, denumită și *distribuția normală redusă*.

Acest fapt introduce o considerabilă simplificare în aplicarea teoriei curbei normale la cazurile practice.

Este necesar însă, acum, să atragem atenția că în formula lui t așa cum am prezentat-o mai înainte, sînt incluși parametri μ și $\sigma_{\bar{x}}$, care practic, cel mai adesea, nu sînt cunoscuți.

Dacă pentru valoarea lui μ putem folosi deseori o ipoteză precisă de lucru, în locul lui $\sigma_{\bar{x}}$ sîntem nevoiți să folosim estimația $s_{\bar{x}}$, care este cu atît mai puțin precisă cu cît provine dintr-un număr mai mic de repetiții.

De aceea valoarea lui t în forma ei practic calculabilă:

$$t = \frac{\bar{x}-\mu}{s_{\bar{x}}} \qquad (8.5.1)$$

nu se mai supune legii normale decît atunci cînd proba de sondaj este suficient de mare ($n > 30$) pentru a furniza o estimație suficient de precisă a lui $\sigma_{\bar{x}}$.

Scanned with OKEN Scanner

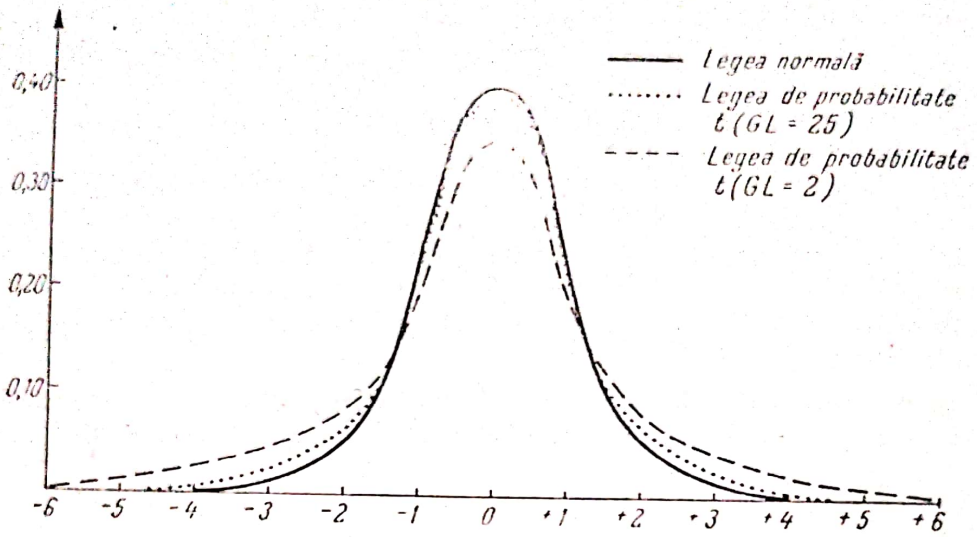


Fig. 8.4 — Distribuția valorilor t se abate tot mai mult de la normalitate cu cît numărul GL scade (după Mihoc și Urseanu)

Pentru cazul unor probe de sondaj mai mici, din cauza fluctuațiilor de sondaj ale lui $s_{\bar{x}}$, valorile t capătă o distribuție aparte, calculată prima dată de Student*, distribuție care depinde de numărul gradelor de libertate.

Figura 8.4 prezintă comparativ curba normală redusă și curbele corespunzătoare distribuției t pentru numărul gradelor de libertate egal cu 2 și 25.

Curbele valorilor t au un aspect tot mai teșit, abătîndu-se tot mai mult de la curba normală cu cît numărul gradelor de libertate scade. S-a calculat că la 30 GL curba valorilor t se apropie foarte mult de curba normală redusă și este ușor de dedus că la un număr foarte mare de repetiții, distribuția valorilor t va coincide cu distribuția normală cu $\mu = 0$ și $\sigma = 1$.

Din figura 8.4 se mai poate observa că, indiferent de numărul gradelor de libertate, toate curbele au punctul culminant în dreptul valorii 0, ceea ce înseamnă că, întotdeauna, cele mai frecvente valori ale lui t vor fi apropiate de 0, în timp ce valorile mari ale lui t vor apare cu o frecvență mult mai redusă. Dacă luăm în considerație schimbarea înfățișării curbelor, în funcție de numărul gradelor de libertate, putem deduce însă că asemenea valori mari ale lui t vor putea fi întîlnite cu atît mai des cu cît numărul gradelor de libertate este mai mic.

Am văzut (cap. 8.4) că pe baza teoriei distribuției normale s-a putut stabili că obținerea unei medii de sondaj care să se abată de la media adevărată cu mai mult decît 1,96 $\sigma_{\bar{x}}$ are o probabilitate de 5%. Aceasta înseamnă că, dacă am lucra cu probe de sondaj foarte mari care să ne furnizeze estimații suficient de precise ale lui $\sigma_{\bar{x}}$, vom obține în circa 5% din cazuri valori t mai mari de 1,96. La probele de sondaj mai mici, care se folosesc de obicei în experiențele de cîmp, valorile t, care au aceeași probabilitate de 5% de a fi depășite, vor fi din ce în ce mai mari cu cît numărul gradelor de libertate va fi mai mic.

* Citit: 'Stiudent.

Matematicianul englez Gosset cunoscut sub pseudonimul Student, a întocmit tabele cuprinzînd valorile t, corespunzătoare la diferite numere ale gradelor de libertate, care au anumite probabilități de a fi depășite datorită fluctuației obișnuite de sondaj (tabelul anexă 6).

Pe baza valorilor t cuprinse în aceste tabele putem face, asupra preciziei mediilor aritmetice, deducții de o exactitate la care nu am fi putut ajunge folosind numai eroarea mediei.

Să considerăm pentru exemplificare datele experienței cu soiul Bezostaia 1 din exemplul 8.3.1 pentru care am calculat $\bar{x}=3{,}03$ și $s=0{,}14$.

$$s_{\bar{x}}=\frac{s}{\sqrt{n}}=\frac{0{,}14}{\sqrt{4}}=0{,}07\ ;\quad GL=4-1=3$$

Căutînd în tabelul anexă 6 valoarea corespunzătoare probabilității de 5% pentru 3 GL aflăm că există doar 5% șanse să se obțină într-o experiență o valoare t mai mare de 3,18. Dar t fiind egal cu $\frac{\bar{x}-\mu}{s_{\bar{x}}}$ și valorile $\bar{x}$ și $s_{\bar{x}}$ fiind cunoscute, aceasta înseamnă că există numai o probabilitate de 5% ca media adevărată μ să aibă asemenea valori încît t să devină mai mare decît 3,18. Deci putem afirma, cu numai 5% șanse de a greși, că media reală μ este cuprinsă în intervalul $\bar{x}\pm s_{\bar{x}}\cdot t_{5\%}$ adică, în cazul nostru între $3{,}03+(0{,}07\times 3{,}18)=3{,}25$ și $3{,}03-(0{,}07\times 3{,}18)=2{,}81$.

Aceste intervale în interiorul cărora putem afirma, cu o probabilitate cunoscută de a ne înșela, că se găsește media adevărată a întregii populații pe care o reprezintă proba noastră de sondaj, se numesc *intervale de încredere* sau intervale de confidență. Ele sînt definite de formula

$$\bar{x}-s_{\bar{x}}\cdot t_{P\%}<\mu<\bar{x}+s_{\bar{x}}\cdot t_{P\%} \qquad (8.5.2)$$

Firește, se pot calcula asemenea intervale de încredere pentru orice probabilitate ne-ar interesa, alegînd pentru aceasta valorile t corespunzătoare. De obicei însă se folosesc probabilitățile de 5%, 1% și uneori 0,1% care sînt cuprinse în tabelul anexă 6.

Intervalele de încredere ale mediilor se folosesc în prezentarea datelor, atunci cînd ne interesează valoarea reală a mediei variabilei studiate. Astfel, poate să prezinte interes valoarea concretă a înălțimii plantelor sau numărului de boabe în spic la un nou soi de grîu sau intervalul în care se găsește cuprins conținutul mediu de azot sau fosfor al unui anumit tip de sol.

Majoritatea experiențelor de cîmp însă, se execută, nu pentru aflarea valorilor absolute ale producțiilor, ci pentru compararea diferitelor soiuri sau metode noi cu un soi sau o metodă standard. În acest caz interesează nu valorile reale ale mediilor, ci valoarea reală a diferenței dintre variante. Capitolul următor se referă tocmai la această problemă.

8.6. DISTRIBUȚIA DIFERENȚELOR. EROAREA DIFERENȚEI

Studiul diferențelor de producție și a diferențelor în manifestarea diferitelor caractere reprezintă principalul obiectiv al majorității experiențelor de cîmp.

Scanned with OKEN Scanner

Avînd în vedere marea variabilitate întîmplătoare a determinărilor individuale, este natural că și diferențele între variante vor fi supuse unor importante fluctuații întîmplătoare. Am văzut în cap. 8.1 că majoritatea variabilelor care formează obiectul experiențelor agricole au distribuții apropiate de distribuția normală. Se demonstrează matematic că, în acest caz, și distribuția diferențelor între două variante este aproximată tot de o distribuție normală.

Gradul de împrăștiere al acestei distribuții a diferențelor va depinde de împrăștierea distribuțiilor celor două variante și de măsura în care variabilitatea acestora este corelată. Astfel, în cazul a două variabile independente, varianța distribuției diferențelor va fi:

$$\sigma_d^2 = \sigma_a^2 + \sigma_b^2 \qquad (8.6.1)$$

în timp ce, în cazul a două variabile corelate (de exemplu în cazul unor determinări grupate în perechi asemănătoare) formula devine:

$$\sigma_d^2 = \sigma_a^2 + \sigma_b^2 - 2r_{ab} \cdot \sigma_a \cdot \sigma_b \qquad (8.6.2)$$

unde:

σ_d^2 reprezintă varianța diferențelor între variabilele a și b;
σ_a^2 și σ_b^2 — varianțele variabilelor a și b;
r_{ab} — coeficientul de corelație între variabilele a și b.

Este ușor de observat că, atunci cînd nu există corelație ($r=0$), formula (8.6.2) este echivalentă cu formula (8.6.1), în timp ce atunci cînd există o corelație absolută ($r=1$), varianța diferenței devine 0, indiferent de mărimea varianțelor celor două variabile.

Formula (8.6.2) se aplică rareori ca atare. Diferența între cele două formule trebuie să ne facă însă atenți la importanța pe care o poate avea existența unei corelații între variabilitatea celor două variante comparate.

Ca și în cazul valorilor individuale, nici în cazul comparării a două variante, parametrii populației tuturor diferențelor posibile (diferența adevărată δ și abaterea standard a diferențelor σ_d) nu pot fi cunoscuți, ci pot fi numai estimați, pe baza probelor de sondaj limitate de care dispunem, prin calcularea valorilor estimative corespunzătoare:

$$\bar{d} = \bar{x}_a - \bar{x}_b \qquad (8.6.3)$$

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{s_a^2 + s_b^2} \qquad (8.6.4) \text{ (pentru variabile independente)}$$

Și, întocmai ca și estimația mediei $\bar{x}$ (cap. 8.4), și estimația diferenței, diferența medie $\bar{d}$, va prezenta ea însăși o distribuție normală cu abaterea estimată de valoarea $s_{\bar{d}}$, denumită *eroarea diferenței*.

Eroarea diferenței se calculează, în cazul variabilelor independente, cu ajutorul uneia din următoarele formule:

1. Atunci cînd variabilele au varianțe diferite dar obținute pe baza unor probe de sondaj egale:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{s_a^2 + s_b^2}{n}} \qquad (8.6.5)$$

Scanned with OKEN Scanner

2. Atunci cînd variabilele au varianțe diferite estimate pe baza unui număr diferit de repetiții (n_a și n_b):

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{s_a^2}{n_a} + \frac{s_b^2}{n_b}} \tag{8.6.6}$$

3. Atunci cînd varianța celor două variabile este estimată de o singură valoare și numărul repetițiilor este egal pentru ambele variabile:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,s^2}{n}} \tag{8.6.7}$$

În cazul existenței unei variabilități corelate, cea mai simplă metodă de calculare a erorii diferenței este *metoda perechilor* care pornește de la variabilitatea însăși a diferențelor, luînd astfel în considerație asocierea între fluctuațiile celor două variabile.

În acest caz:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\Sigma (d-\bar{d})^2}{n(n-1)}} \tag{8.6.8}$$

unde:

d reprezintă diferențele între valorile individuale ale celor două variante grupate în perechi;

$\bar{d}$ — diferența medie între variante.

Exemplul 8.6.1. Pentru exemplificare să considerăm că într-o experiență doi hibrizi de porumb au dat următoarele producții pe parcelă:

Hibridul A : 3 ; 2 ; 5 ; 2 ; $\quad \bar{x}_a = 3$

Hibridul B : 8 ; 7 ; 11 ; 6 ; $\quad \bar{x}_b = 8$; $\bar{d} = 5$

Dacă admitem că parcelele ocupate de cei doi hibrizi fiind îndepărtate pe teren, producțiile lor nu au putut fi corelate vom aplica formula (8.6.5) corespunzătoare cazului unor variabile independente cu același număr de repetiții.

Vom calcula întîi $s_a^2 = 2{,}00$ și $s_b^2 = 4{,}66$, aplicînd pentru aceasta una din formulele din cap. 8.3. Atunci:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2{,}00+4{,}66}{4}} = \sqrt{\frac{6{,}66}{4}} = \sqrt{1{,}665} = 1{,}29$$

Dacă însă parcelele au fost grupate în perechi sau blocuri, astfel ca în interiorul fiecărei perechi solul să fie cît mai uniform posibil, atunci este logic să considerăm că variația producțiilor celor doi hibrizi a fost corelată.

Este ușor de înțeles că, în acest caz, eroarea diferenței va depinde de intensitatea corelației dintre cele două variabile, adică de felul cum se vor grupa în perechi producțiile celor doi hibrizi.

Dacă de exemplu, producțiile cele mai mari ale ambilor hibrizi se vor obține în aceeași pereche, în timp ce, cele mai scăzute producții se vor întîlni, de ase-

Scanned with OKEN Scanner

menea într-o altă pereche, așa cum este de așteptat dacă solul în interiorul blocurilor a fost într-adevăr uniform, vom avea:

	Hibridul A	Hibridul B	d $(B-A)$	$d-\bar{d}$	$(d-\bar{d})^2$
Perechea (Blocul) 1	5	11	6	$6-5=+1$	1
Perechea (Blocul) 2	3	8	5	$5-5=0$	0
Perechea (Blocul) 3	2	7	5	$5-5=0$	0
Perechea (Blocul) 4	2	6	4	$4-5=-1$	1
					$\Sigma(d-\bar{d})^2=2$

Aplicînd formula (8.6.8) vom obține:

$$s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2}{4(4-1)}}=\sqrt{0,1666}=0,40$$

adică o valoare mult mai mică decît cea obținută anterior.

Se poate spune că această metodă de calcul elimină din estimarea erorii diferenței, variabilitatea cauzată de diferențele între perechi.

În această considerabilă reducere a erorii diferențelor constă avantajul grupării variantelor în blocuri, ori de cîte ori se pot realiza blocuri în interiorul cărora uniformitatea să fie mai mare decît în interiorul întregii experiențe. Aceasta este deosebit de important în cazul experiențelor de cîmp unde, prin gruparea parcelelor în blocuri mici și compacte se poate obține o sporire remarcabilă a uniformității.

Dacă însă solul în interiorul blocurilor este neuniform și producțiile din aceleași perechi nu mai sînt corelate sau apar chiar corelate negativ, efectul grupării în blocuri nu mai este cel scontat. De exemplu, dacă vom avea aceleași producții grupate altfel:

	Hibridul A	Hibridul B	d $(B-A)$	$d-\bar{d}$	$(d-\bar{d})^2$
Perechea (Blocul) 1	5	6	1	$1-5=-4$	16
Perechea (Blocul) 2	3	7	4	$4-5=-1$	1
Perechea (Blocul) 3	2	8	6	$6-5=+1$	1
Perechea (Blocul) 4	2	11	9	$9-5=+4$	16
					$\Sigma(d-\bar{d})^2=34$

vom obține: $s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{34}{4(4-1)}}=\sqrt{2,8333}=1,68$, adică o valoare chiar mai mare decît cea obținută în cazul absenței oricărei grupări.

Am insistat asupra acestui exemplu pentru a sublinia pe de-o parte necesitatea de a lua în considerație gradul de corelație între variabilele a căror diferență o studiem și pe de altă parte importanța uniformității în interiorul blocurilor, care este adeseori neglijată în executarea experiențelor.

Scanned with OKEN Scanner

Cunoscînd acum distribuţia diferenţelor şi estimaţiile parametrilor acestei distribuţii putem trece la obţinerea de informaţii mai concrete asupra diferenţei reale dintre variante. Aceasta se face de obicei prin adoptarea unei ipoteze asupra diferenţei reale şi prin testarea corespondenţei acestei ipoteze cu datele experimentale reale obţinute.

8.7 TESTAREA IPOTEZELOR. SEMNIFICAŢIA DIFERENŢELOR

În esenţă întrebarea principală la care trebuie să răspundă majoritatea experienţelor de cîmp este dacă există sau nu diferenţe reale de producţie între variante.

Cu alte cuvinte, se poate spune că este necesar să se testeze ipoteza că nu există diferenţe de producţie între variante, sau că diferenţa adevărată între variante este egală cu zero. Desigur, ca rezultat al variabilităţii întîmplătoare a rezultatelor experimentale, este posibil ca diferenţele obţinute în probele noastre de sondaj să nu corespundă diferenţei reale şi să dea impresia existenţei unei deosebiri între variante. Problema este să determinăm dacă nepotrivirea între datele experimentale şi ipoteză poate fi atribuită fluctuaţiei întîmplătoare sau trebuie atribuită faptului că ipoteza nu este adevărată.

Acest raţionament poartă denumirea de *test de semnificaţie*, iar ipoteza folosită în acest scop este denumită *ipoteza zero* sau ipoteza diferenţei zero (ipoteza nulă).

Să considerăm, pentru precizarea raţionamentului, că am extrage la întîmplare mai multe probe de sondaj din populaţia producţiilor soiului Bezostaia 1 şi am calcula diferenţa între ele. Bineînţeles, probele aparţinînd aceleiaşi populaţii, diferenţa adevărată este zero. Cu toate acestea vom obţine diferenţe de sondaj diferite, majoritatea grupate în jurul lui 0 dar şi unele cu valori destul de mari. Cunoscînd distribuţia acestor diferenţe şi aplicînd teoria distribuţiei normale, vom putea calcula ce probabilitate de apariţie au diferenţele de sondaj de diferite mărimi.

Procedînd la fel, de data aceasta într-o experienţă cu două soiuri, vom putea deci preciza ce probabilitate există ca diferenţa experimentală observată să se fi obţinut, chiar dacă soiurile nu ar fi diferite din punct de vedere al capacităţii de producţie, ca rezultat numai al fluctuaţiei de sondaj.

Cu alte cuvinte se pune întrebarea: „Dacă ipoteza zero este adevărată pentru întreaga populaţie a diferenţelor, ce probabilitate există să se obţină estimaţii egale cu cele obţinute experimental?"

S-a stabilit convenţional ca diferenţele care au o probabilitate mai mare de 5% de a fi întîlnite în distribuţia diferenţelor, dacă diferenţa reală este 0, să fie considerate *nesemnificative*. În acest caz deci, acceptăm valabilitatea ipotezei diferenţei zero.

Dimpotrivă, diferenţele care au o probabilitate mai mică de 5% de a apare, dacă nu există diferenţe reale între variante, sînt considerate *semnificative*, iar cele a căror apariţie, în cazul diferenţei reale zero, are o probabilitate mai mică de 1%, sînt considerate *distinct semnificative*.

Scanned with OKEN Scanner

Uneori se mai folosește și pragul de semnificație de 0,1% (diferențe foarte semnificative) însă, de obicei, această clasificare nu aduce informații în plus.

În aceste cazuri deci, respingem ipoteza zero admițînd că există o diferență reală între variante. Este evident că nu putem avea în aceasta o certitudine absolută și că există în această afirmație un risc și anume acela de a respinge ipoteza zero deși aceasta este adevărată. Aceasta se va întîmpla însă în numai 5 cazuri din 100 și respectiv într-un caz din 100, ceea ce se consideră ca acceptabil.

Există și un risc de o altă natură și anume acela de a accepta ipoteza zero, deși în realitate aceasta este falsă, adică există o diferență reală între variante. Această posibilitate trebuie să o avem în permanență în vedere și să ne ferim să considerăm faptul că o diferență este nesemnificativă drept o dovadă că această diferență nu există. În realitate este posibil ca deosebirea între variante să fie reală, însă precizia experienței noastre să nu fi fost suficientă pentru a stabili cu certitudine existența ei.

Utilizarea practică a testelor de semnificație se bazează pe aplicarea teoriei distribuției t (cap. 8.5) la distribuția diferențelor. În acest caz:

$$t=\frac{\bar{d}-\delta}{s_{\bar{d}}} \tag{8.7.1}$$

Iar folosind ipoteza zero după care diferența adevărată este egală cu zero ($\delta=0$);

$$t=\frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}} \tag{8.7.2}$$

Rezultă că este suficient să împărțim diferența medie obținută, la eroarea ei și să căutăm în tabele (tabelul anexă 7), probabilitatea de apariție a unei asemenea valori t în distribuția corespunzătoare numărului respectiv de grade de libertate, pentru ca, pe baza acestei probabilități, să acceptăm sau să respingem ipoteza diferenței zero, stabilind astfel semnificația diferenței observate. Un asemenea calcul poartă denumirea de *proba t*.

Problema poate fi pusă și invers, ca pornind de la valorile t corespunzătoare pragurilor de semnificație de 5% sau 1% (tabelul anexă 6) să determinăm *diferența limită* sau diferența minimă semnificativă, adică cea mai mică diferență care poate fi considerată semnificativă (respectiv distinct semnificativă) pentru o anumită valoare a erorii diferenței.

$$DL\ 5\%=t_{5\%}\cdot s_{\bar{d}} \tag{8.7.3}$$

$$DL\ 1\%=t_{1\%}\cdot s_{\bar{d}} \tag{8.7.4}$$

Dacă diferența obținută experimental va fi mai mică decît DL 5% vom accepta ipoteza diferenței zero și vom considera diferența ca nesemnificativă. Dacă însă diferența observată va depăși valoarea DL 5% vom respinge ipoteza zero afirmînd, cu riscul de a greși în 5 cazuri din 100, că există o diferență adevărată între variante.

Trebuie arătat că numărul gradelor de libertate, în cazul unor asemenea comparații, este egal cu suma gradelor de libertate ale celor două medii comparate. Cînd numărul repetițiilor celor două variante este egal, $GL=2(n-1)$.

Scanned with OKEN Scanner

Atunci cînd datele sînt supuse unei analize a variantei numărul gradelor de libertate (*GL* ale erorii) se iau din tabelul de analiză a variantei.

Pentru exemplificare vom folosi producțiile celor doi hibrizi de porumb din exemplul 8.6.1. Cunoaștem $\bar{d}=5$ și $s_{\bar{d}}=1{,}29$. Folosim ipoteza că diferența adevărată între cei doi hibrizi este 0. Deci:

$$t=\frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}}=\frac{5}{1{,}29}=3{,}87 \qquad GL=2(4-1)=6$$

Căutînd în tabelul anexă 7 în dreptul valorii $t=3{,}8$ în coloana corespunzătoare la $GL=6$, găsim că dacă ipoteza noastră ar fi adevărată, apariția unei valori t atît de mari nu este de loc un lucru obișnuit, probabilitatea fiind de numai 0,90%. Deci putem respinge ipoteza cu un risc foarte mic de a ne înșela. Probabilitatea fiind mai mică de 1% diferența va fi considerată distinct semnificativă.

Pentru calcularea diferențelor limită căutăm în tabelul anexă 6, valorile t corespunzătoare la 6 *GL* pentru probabilitățile de 5% și 1%:

$$t_{5\%}=2{,}45 \text{ și } t_{1\%}=3{,}71$$
$$DL\ 5\%=2{,}45\times 1{,}29=3{,}16$$
$$DL\ 1\%=3{,}71\times 1{,}29=4{,}78$$

Diferența observată $\bar{d}=5$ fiind mai mare decît *DL* 1% concluziile sînt aceleași ca și cele obținute prin proba t.

Trebuie atrasă atenția asupra deosebirii esențiale care poate exista între semnificația statistică și semnificația practică agricolă. Astfel, de exemplu într-o experiență foarte bine executată, poate apare ca semnificativ din punct de vedere statistic chiar un spor mai mic de 2—3%. Asemenea sporuri pot fi însă complet lipsite de importanță practică, mai ales dacă pentru obținerea lor sînt necesare tratamente costisitoare.

Dimpotrivă, într-o experiență cu număr redus de repetiții și erori mari, sporuri mari, de un cert interes practic, pot apare nesemnificative statistic. În acest caz cel mai bun lucru este să se repete experimentarea variantelor respective, luînd în același timp și toate măsurile posibile pentru creșterea preciziei experienței.

8.8. ANALIZA VARIANȚEI. PROBA F

Am văzut că pentru efectuarea oricărui test de semnificație (proba t, *DL*, intervale de încredere) este necesar să cunoaștem eroarea diferențelor sau eroarea mediilor. În capitolele premergătoare s-au prezentat metodele pentru calcularea lor atunci cînd dispunem de probe de sondaj izolate.

În majoritatea experiențelor de cîmp însă, se compară un număr mai mare decît două variante. În acest caz, este în general de dorit să se calculeze o singură estimație a erorii generale care să stea la baza estimării unei erori, valabile pentru toate diferențele. O astfel de estimație, bazîndu-se pe un număr mai mare de observații, va fi mult mai precisă decît estimațiile obținute pentru fiecare din diferențe în parte.

Metoda general folosită pentru obținerea acestei estimații generale a erorii experienței este *analiza variației*, un procedeu ingenios fundamentat de statisticianul englez R. A. Fisher. În esență, analiza variației constă în separarea fluctuației generale a datelor experimentale în mai multe părți, în funcție de cauzele ce o produc. În realizarea acestei divizări a dispersiei generale a experienței, analiza variației se bazează pe proprietatea de aditivitate a gradelor de libertate și a sumelor patratelor abaterilor, adică a celor două mărimi necesare pentru calcularea variațelor $\left(\text{ne reamintim că } s^2=\frac{SP}{GL}\right)$.

Astfel de pildă, în exemplul 8.6.1, fluctuația generală a celor 8 date experimentale ($8-1=7\ GL$) poate fi împărțită în fluctuația datorită celor doi hibrizi experimentali, cu $(2-1)=1\ GL$, și fluctuația întîmplătoare reziduală care, după cum am văzut la calcularea semnificației diferențelor, are $2\,(n-1)=2(4-1)=6\ GL$. Este ușor de observat că însemnarea GL pentru cele două surse ale variabilității dă exact numărul GL al fluctuației totale. Același lucru este valabil și pentru sumele patratelor abaterilor.

În analiza variației, calculul SP se face de obicei prin formula mașinii de calcul, bazat pe egalitatea:

$$SP=\sum(x-\bar{x})^2=\sum x^2-\frac{(\Sigma x)^2}{N}$$

unde:

x reprezintă valorile individuale pe parcele;
N — numărul total de parcele ($N=n\cdot v$).

În acest fel se înlocuiește numărul mare de scăderi necesare pentru aflarea abaterilor față de medie, printr-o singură scădere, ceea ce ușurează mult calculul SP. Termenul $\frac{(\Sigma x)^2}{N}$ denumit *scăzător*, care intră în calcularea majorității SP, se calculează de obicei de la începutul analizei.

Pentru calcularea sumei patratelor pentru fluctuația totală SP_T se ia în considerație abaterea fiecărei observații față de media generală:

$$SP_T=\sum x-\frac{(\Sigma x)^2}{N} \qquad (8.8.1)$$

Pentru calcularea SP pentru fluctuația datorată variantelor experimentate se ia în calcul abaterea sumelor variantelor față de media generală, introducîndu-se la numitor numărul repetițiilor pentru a face valorile comparabile:

$$SP_V=\frac{\Sigma V^2}{n}-\frac{(\Sigma x)^2}{N} \qquad (8.8.2)$$

În același fel se calculează SP pentru orice altfel de grupare a datelor experimentale (în repetiții etc.) folosind pentru aceasta suma patratelor sumelor corespunzătoare grupării respective, împărțită la numărul observațiilor din care provin aceste sume. De exemplu pentru blocuri:

$$SP_B=\frac{\Sigma B^2}{v}-\frac{(\Sigma x)^2}{N} \qquad (8.8.3)$$

Scanned with OKEN Scanner

SP pentru fluctuația întîmplătoare în interiorul grupelor sau *SP* al erorii (SP_E) se calculează prin scăderea din SP_T a *SP* corespunzătoare tuturor celorlalte cauze cunoscute ale variabilității, care au putut fi controlate prin dispozitivul experimental adoptat.

Numărul *GL* va fi, în toate cazurile în care nu se indică formule speciale, egal cu numărul unităților respective minus 1. Pentru eroare, *GL* se va calcula ca și SP_E, prin scăderea restului de *GL* din GL_T.

Varianța erorii $s_E^2 = \frac{SP_E}{GL_E}$ reprezintă o estimație medie a variației cauzate de fluctuația întîmplătoare a întregii experiențe.

De aceea ea se folosește la calcularea erorii oricăreia din diferențele experimentale cu ajutorul formulei 8.6.7.

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s_E^2}{n}}$$

Să aplicăm aceste formule la datele exemplului 8.6.1 prezentate din nou în tabelul 8.3, făcînd abstracție deocamdată de gruparea în blocuri.

Tabelul 8.3

Varianta	Blocurile				*V*
	1	2	3	4	
Hibridul 1	5	3	2	2	12
Hibridul 2	11	8	7	6	32
B	16	11	9	8	44

$Scăzătorul = \frac{44^2}{8} = 242$

$SP_T = (5^2+3^2+\ldots+7^2+6^2) - 242 = 312 - 242 = 70$

$SP_V = \frac{(12^2+32^2)}{4} - 242 = 292 - 242 = 50$

$SP_E = 70 - 50 = 20$

$GL_T = 8 - 1 = 7.$ $GL_V = 2 - 1 = 1.$ $GL_E = 7 - 1 = 6$

Tabelul 8.4

Cauza variabilității	*SP*	*GL*	s^2
TOTALĂ	70	7	
Variante	50	1	50
Eroare	20	6	3,33

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s_E^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \times 3{,}33}{4}} = 1{,}29$$

Scanned with OKEN Scanner

Se poate observa că varianța erorii s_E^2 reprezintă exact media variațelor calculate separat pentru fiecare hibrid în capitolul 8.6; $\left(\frac{2,00+4,66}{2}=3,33\right)$, iar estimația erorii diferențelor este egală cu cea obținută anterior.

Analiza varianței permite și o foarte comodă eliminare din cadrul erorii a fluctuațiilor provocate de alte cauze controlabile, ca de pildă de diferențele între blocuri. Astfel, dacă la datele din tabelul 8.3 vom lua în considerație și gruparea în blocuri putem calcula:

$$SP_B=\frac{\Sigma(16^2+\ldots+8^2)}{2}-242=261-242=19$$

cu $GL_B=4-1=3$.

Scăzînd și aceste valori din valorile corespunzătoare pentru fluctuația totală vom avea: $SP_E=70-(50+19)=1$ cu $GL=7-(1+3)=3$ GL.

În acest caz tabelul de analiză a varianței va arăta ca în tabelul 8.5.

Tabelul 8.5

Cauza variabilității	SP	GL	s^2
TOTALĂ	70	7	
Variante	50	1	50
Blocuri	19	3	
Eroare	1	3	0,33

$$s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2s_E^2}{n}}=\sqrt{\frac{2\times 0,33}{4}}=0,40$$

Se poate observa că am obținut aceeași estimație a erorii diferenței ca și în cap. 8.6 în cazul aplicării metodei perechilor. Credem că cititorul va fi de acord asupra avantajelor pe care le prezintă calculul prin analiza varianței. Aceste avantaje devin și mai mari atunci cînd numărul variantelor din experiență crește.

O altă caracteristică a analizei varianței este posibilitatea de a aprecia semnificația influenței diferitelor cauze asupra variabilității totale.

Să presupunem că am executa analiza varianței la mai multe probe de sondaj extrase la întîmplare din aceeași populație statistică. În acest caz, atît s_T^2 cît și s_V^2 și s_E^2 nu reprezintă decît diferite estimații ale aceleiași variațe generale a populației, calculate, cea dintîi pe baza abaterilor fiecărei valori față de media generală, cealaltă pe baza fluctuației mediilor de sondaj și ultima, ca o medie a variabilității în cadrul fiecărei grupe față de mediile respective de sondaj. Orice diferență între aceste trei estimații va fi datorită în cazul unei populații unice, exclusiv fluctuației de sondaj.

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 8.8.1. Cititorul este invitat să calculeze analiza varianței pentru următoarele două probe de sondaj, extrase din aceeași populație:

Proba 1=3; 6; 3; 2;

Proba 2=6; 3; 5; 4; $\quad \sum x=32 \quad \bar{x}=4.$

Scăzătorul=128, $SP_T=144-128=16;$

$$SP_V=\frac{520}{4}-128=2{,}0; \qquad SP_E=16-2=14$$

$$s_T^2=\frac{16}{7}=2{,}2; \quad s_V^2=\frac{2}{1}=2{,}0; \quad s_E^2=\frac{14}{6}=2{,}3.$$

Valorile 2,2; 2,0 și 2,3 reprezintă estimații ale aceleiași varianțe generale a experienței. Într-adevăr, aceleași estimații le-am fi putut obține și calculînd direct varianța pornind de la:

1. Abaterea fiecăreia din cele 8 valori față de media generală $\bar{x}=4.$

$$s^2=\frac{\Sigma[(3-4)^2+(6-4)^2+\ldots+(4-4)^2]}{8-1}=2{,}2=s_T^2$$

2. Abaterea mediilor de sondaj (3,5 și 4,5) față de media generală.

$$s_{\bar{x}}^2=\frac{(3{,}5-4)^2+(4{,}5-4)^2}{2-1}=0{,}50$$

Pornind de la varianța mediilor se poate calcula varianța valorilor individuale:

$$s^2=n.s_{\bar{x}}^2=4\cdot 0{,}50=2{,}0=s_V^2$$

3. Abaterea valorilor în cadrul probelor față de mediile respective ale probelor de sondaj.

$$s_1^2=\frac{\Sigma[(3-3{,}5)^2+\ldots+(2-3{,}5)^2]}{4-1}=3{,}0$$

$$s_2^2=\frac{\Sigma\,[(6-4{,}5)^2+\ldots+(4-4{,}5)^2]}{4-1}=1{,}6$$

Media acestor două valori va fi:

$$\frac{3{,}0+1{,}6}{2}=2{,}3=s_E^2$$

Înțelegem deci acum mai bine ce reprezintă fiecare din valorile din tabelul analizei varianței.

Dacă însă variantele experimentale au avut o influență certă asupra producției, deci probele noastre de sondaj nu mai pot fi considerate ca aparținînd aceleiași populații, varianța variantelor s_V^2 va conține pe lîngă efectul variației întîmplătoare a observațiilor și un component datorat diferențelor reale dintre variante. Prezența acestui component poate fi depistată prin compararea

varianței variantelor cu varianța erorii care cuprinde întotdeauna numai efectul fluctuației întîmplătoare. Comparația celor două varianțe se face calculînd *valoarea F*.

$$F = \frac{s_V^2}{s_E^2} \tag{8.8.4}$$

denumită astfel de către Snedecor în cinstea lui R. A. Fisher, părintele analizei varianței.

Valoarea F urmează o distribuție matematică bine studiată, care este dependentă de numărul gradelor de libertate al celor două varianțe.

Tabele special calculate (tabelul anexă 5) prezintă, la diferite GL, valorile F care au o probabilitate de 5%, respectiv de 1% de a fi depășite datorită numai întîmplării, dacă toate producțiile variantelor experimentate aparțin unei aceleiași populații unice. Comparînd aceste valori teoretice cu valorile F practic calculate, ne putem da seama dacă apariția unei valori F la fel de mari ca cea obținută experimental, este un lucru obișnuit în cazul ipotezei unei populații unice, în care caz acceptăm ipoteza, sau este un lucru deosebit de rar, în care caz respingem ipoteza, admițînd că producțiile diferitelor variante aparțin unor populații statistice diferite.

Bineînțeles, ca și în cazul probei t, nu putem avea niciodată certitudine atunci cînd respingem ipoteza. Decizia de a respinge ipoteza este luată însă cu o probabilitate cunoscută (de numai 5% sau 1%) de a greși.

Să executăm *proba F* pentru datele din tabelul 8.4.

$$F = \frac{50}{3{,}33} = 15{,}0$$

Această valoare fiind mai mare decît valoarea $F_{5\%}=5{,}99$ pe care o găsim la întretăierea rubricilor corespunzătoare la 1 GL al varianței variantelor și 6 GL ale varianței erorii în tabelul anexă 5, deducem că, o asemenea valoare F are o probabilitate foarte mică de a fi întîlnită în cazul în care producțiile celor doi hibrizi ar aparține unei aceleiași populații statistice. Deci rezultatele noastre nu concordă cu ipoteza populației unice și putem afirma, cu un risc mai mic de 5% de a greși, că cei doi hibrizi sînt diferiți din punct de vedere al capacității de producție.

În cazul în care valoarea F calculată este mai mică decît valoarea $F_{5\%}$ din tabele, putem deduce că apariția unei astfel de valori este un lucru obișnuit chiar în cazul în care nu există diferențe între variante și deci, putem afirma că rezultatele noastre corespund ipotezei după care, producțiile tuturor variantelor nu sînt decît diferite probe de sondaj din aceeași populație statistică.

Pentru a rezuma, putem afirma că analiza varianței este un procedeu de calcul deosebit de avantajos deoarece:

— permite calcularea unei singure estimații medii a erorii, mai ușor și mai eficient decît metodele directe;

— permite eliminarea cu ușurință din cadrul erorii a efectului altor cauze care au putut fi controlate prin dispozitivul experimental adoptat (de exemplu efectul diferențelor de fertilitate între blocuri etc.);

Scanned with OKEN Scanner

— permite, prin proba F, o testare globală a semnificației variantelor ca și a efectului oricăreia dintre cauzele variabilității;

— oferă o imagine completă și concisă a aportului diferitelor cauze la variabilitatea totală a observațiilor, permițînd astfel o mai bună înțelegere a fenomenelor.

Datorită acestor avantaje metoda analizei variației a devenit metoda de bază în valorificarea experiențelor agricole.

8.9. TESTAREA SEMNIFICAȚIEI REZULTATELOR VALORIFICATE PRIN ANALIZA VARIANȚEI

1. PROBA F ȘI PROBA t

Am văzut că analiza variației permite testarea semnificației diferențelor dintre variante pe două căi:

— o testare globală a semnificației tuturor diferențelor prin *proba F*, și

— o testare a semnificației fiecărei diferențe în parte prin *proba t*, sau cu ajutorul *DL*, folosind pentru aceasta eroarea medie a diferențelor, calculată din varianța erorii.

Ambele teste au la bază aceeași variantă a erorii ca măsură a împrăștierii generale, datorite cauzelor întîmplătoare. De aceea este de așteptat ca ambele metode să ducă la aceleași concluzii.

Într-adevăr, în cazul unei experiențe cu numai două variante, cele două metode sînt absolut echivalente, t fiind egal cu $\sqrt{F}$. Astfel de exemplu, folosind datele din tabelul 8.4, am obținut $F=15{,}0$. Putem afla valoarea $t=\sqrt{F}=\sqrt{15{,}0}=3{,}87$, adică exact valoarea pe care am obținut-o în cap. 8.7 prin formula directă:

$$t=\frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}}=\frac{5}{1{,}29}=3{,}87$$

Bineînțeles că, în acest caz, și concluziile trase cu ajutorul celor două metode sînt absolut identice.

La un număr mai mare de variante în experiență, pot apare însă nepotriviri aparente între cele două metode, care necesită unele explicații suplimentare.

Astfel, sînt posibile, deși se întîlnesc numai rareori, cazuri în care proba F să indice existența unor diferențe semnificative între variante, pe care însă, proba t să nu le poată identifica. Un astfel de caz este prezentat în figura 8.5 unde, din cauza grupării variantelor în două categorii distincte, proba F poate

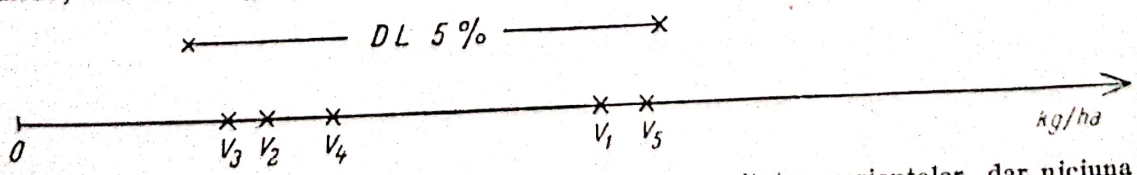


Fig. 8.5 — Un caz în care proba F indică neomogenitatea variantelor, dar niciuna dintre diferențe nu este semnificativă

să indice respingerea ipotezei populației unice, deși niciuna din diferențele individuale nu depășește mărimea diferenței limită 5%, deci nu poate fi considerată semnificativă. În acest caz este indicat să se identifice modul de grupare a variantelor și să se testeze prin proba *t* diferența între mediile grupelor respective care, probabil, va apare semnificativă.

Mai frecvent este cazul cînd proba *t* evidențiază diferențe semnificative, deși proba *F* arată că experiența în întregime este statistic omogenă. Aceasta se poate explica foarte bine prin fluctuația întîmplătoare a diferențelor. Într-adevăr, chiar într-o cultură comparativă de recunoaștere executată cu același soi și aceeași agrotehnică, dacă numărul „variantelor" este destul de mare, prin însăși definiția semnificației, aproximativ o diferență din 20 are șansa să fie mai mare decît *DL* 5%, deși este evident că producțiile aparțin unei singure populații statistice.

De aceea se consideră că, dacă testul global prin proba *F* nu indică o neomogenitate semnificativă a variantelor, nu este justificat să cercetăm semnificația diferențelor individuale prin proba *t* sau *DL*, căci această semnificație va fi datorată probabil numai întîmplării. Atunci cînd rezultatele experienței sugerează că există totuși diferențe reale între diferite grupe de variante (de exemplu între martor și restul variantelor), care în proba *F* sînt mascate de numărul mare de comparații nesemnificative din interiorul grupelor, putem repeta proba *F* folosind o subdivizare corespunzătoare a varianței variantelor.

II. METODA COMPARAȚIILOR MULTIPLE (TESTUL DUNCAN)

Folosirea combinată a probei *F* și a probei *t* (respectiv *DL*), asigură o evaluare corespunzătoare a semnificației diferențelor ori de cîte ori avem de-a face cu comparații planificate încă de la montarea experienței. Astfel, putem monta o experiență în scopul de a compara un număr de soiuri noi cu soiul martor raionat sau pentru a determina eficacitatea unor anumite tipuri de îngrășăminte față de martorul neîngrășat. Numărul unor astfel de comparații, care pot fi planificate înainte de executarea experienței, se limitează la numărul gradelor de libertate ale variantelor (v—1).

În toate cazurile cînd nu intenționăm să facem *decît* aceste (v—1) comparații planificate, ca și în experiențele cu numai două variante, folosirea pentru stabilirea semnificației a diferențelor limită este corectă din punct de vedere statistic.

În multe cazuri însă, este de dorit să facem și alte comparații între diferitele variante experimentate. Deseori asemenea comparații sînt sugerate de înseși rezultatele experimentale. Este logic că în acest caz dacă vom compara varianta cea mai productivă cu cea mai puțin productivă, probabilitatea ca diferența între ele să apară semnificativă datorită numai întîmplării, este mai mare decît dacă vom compara două variante vecine în șirul valorilor crescătoare ale producției.

De aceea, aplicarea unei singure diferențe limită pentru stabilirea semnificației diferențelor între oricare dintre medii, indiferent de locul pe care acestea îl ocupă în clasificarea variantelor, nu este corectă.

* Citit Dancăn

Se poate spune că, folosirea diferenței limită pentru toate comparațiile posibile, nu oferă o protecție suficientă împotriva riscului de a considera ca semnificative diferențe, care în realitate apar astfel numai datorită faptului că distanțarea variantelor respective în clasificarea producțiilor experienței a permis un joc mai larg al fluctuațiilor întîmplătoare.

Pentru a se evita acest neajuns al metodei diferențelor limită s-au preconizat mai multe metode speciale de apreciere a semnificației diferențelor (*metoda Tukey, metoda Newman-Keuls, metoda Duncan*), care iau în considerație pe lîngă numărul *GL* ale erorii și numărul variantelor din experiență. În ultima vreme a căpătat o largă folosire în întreaga lume *metoda comparațiilor multiple* sau *testul Duncan.*

Metoda comparațiilor multiple se deosebește de metoda diferențelor limită prin aceea că:

— folosește nu numai o singură valoare teoretică din tabele (valoarea *t*), ci mai multe valori în funcție de depărtarea între mediile comparate, în clasificarea variantelor;

— folosește în calcul nu eroarea diferenței $s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2s_E^2}{n}}$ ci eroarea mediilor $s_{\bar{x}}=\sqrt{\frac{s_E^2}{n}}$, adică o valoare de $\sqrt{2}$ ori mai mică.

Folosirea practică a testului Duncan cuprinde următoarele etape:

1. Se întocmește clasificarea variantelor în ordinea producțiilor obținute.

2. Se calculează eroarea mediilor folosind varianța erorii din tabelul de analiza varianței:

$$s_{\bar{x}}=\sqrt{\frac{s_E^2}{n}}$$

3. Se calculează diferențele semnificative teoretice pentru compararea variantelor aflate la diferite intervale în clasificare, înmulțind eroarea mediilor $s_{\bar{x}}$ cu valorile corespunzătoare *q* din tabele:

$$DS\ 5\%=s_{\bar{x}} \cdot q_{5\%}$$

Valorile *q* se găsesc în tabelul anexă 8 la întretăierea rîndului corespunzător la numărul de *GL* ale erorii cu coloana corespunzătoare numărului de variante cuprinse între limitele comparației. Astfel, pentru compararea variantelor vecine în clasificare, valoarea *q* se caută în tabelul anexă 8 în prima coloană ($n=2$), la numărul de *GL* ale erorii. Pentru compararea variantelor aflate în clasificare pe locurile 1 și 3 sau 2 și 4 sau 3 și 5 etc., se folosesc valorile din coloana a doua ($n=3$); pentru compararea variantelor aflate pe locurile 1—4, 2—5, 3—6 se folosesc valorile din coloana $n=4$ ș.a.m.d. Deci pentru fiecare experiență se va calcula un număr de astfel de diferențe semnificative teoretice mai mic cu o unitate decît numărul variantelor.

Scanned with OKEN Scanner

4. Se compară fiecare din diferențele reale, obținute prin executarea tuturor comparațiilor posibile, cu diferența semnificativă (*DS*) corespunzătoare depărtării la care se găsesc în clasificare variantele comparate. Diferențele experimentale mai mari decît *DS* 5% se consideră semnificative.

Exemplul 8.9.1. Ca exemplificare vom considera rezultatele unei experiențe în 5 repetiții cu plante premergătoare la grîu, la care producțiile medii în q/ha pe variante au fost $V_1=36$, $V_2=33$, $V_3=37$, $V_4=39$, iar s_E^2 din tabelul de analiză a variației a fost 4,70 cu 12 *GL*.

Clasificarea variantelor va fi:

I — V_4 39 q/ha;
II — V_3 37 q/ha;
III — V_1 36 q/ha;
IV — V_2 33 q/ha.

$$s_{\bar{x}}=\sqrt{\frac{s_E^2}{n}}=\sqrt{\frac{4,70}{5}}=0,97$$

Valorile q (în tabelul anexă 8) corespunzătoare la 12 *GL* sînt: pentru $n=2$ 3,08, pentru $n=3$ 3,23 și pentru $n=4$ 3,31.

Corespunzător, diferențele semnificative 5% vor fi: $3,08\times0,97=2,98$; $3,23\times0,97=3,13$ și $3,31\times0,97=3,21$.

Pentru a executa mai ușor toate comparațiile posibile se întocmește un tabel ca mai jos:

Tabelul 8.6

Efectuarea comparațiilor multiple

Clasificarea	Varianta	Producția $\bar{x}$	$\bar{x}-33$	$\bar{x}-36$	$\bar{x}-37$
I	V_4	39	6* (3,21)	3 (3,13)	2 (2,98)
II	V_3	37	4* (3,13)	1 (2,98)	—
III	V_1	36	3* (2,98)	—	—
IV	V_2	33			

În paranteze se introduc *DS* 5%, iar diferențele care depășesc aceste valori sînt considerate semnificative*

Bineînțeles că, pentru prezentarea rezultatelor, această formă este greoaie și rareori utilă.

De aceea în prezentarea rezultatelor interpretate prin testul Duncan se folosește de obicei una din următoarele două metode:

Scanned with OKEN Scanner

1. Se unesc prin linii verticale (sau acolade) variantele care nu se deosebesc semnificativ la nivelul de 5%, astfel că orice pereche de variante între care nu va exista o linie continuă va prezenta o diferență semnificativă.

2. Se notează cu cîte o literă mică de la începutul alfabetului fiecare grup de variante care nu sînt semnificativ diferite între ele. În acest fel va fi ușor să se constate semnificația oricărei diferențe, știind că valorile urmate de aceeași literă nu diferă semnificativ între ele și, dimpotrivă, că valorile sînt semnificativ diferite dacă nu sînt însoțite de aceeași literă (tabelul 8.7).

Tabelul 8.7

Două metode de prezentare a datelor interpretate prin testul Duncan

Nr.	Varianta	Producția kg/ha	Semnificația rezultatelor	
			(Metoda 1)	(Metoda 2)
1	V_4	39	]	a
2	V_3	37		a
3	V_1	36		a
4	V_2	33	]	b

III ANALIZA STATISTICĂ A CURBELOR DE RĂSPUNS

Metodele de stabilire a semnificației prezentate anterior au o largă aplicabilitate în valorificarea experiențelor agricole. Ele reprezintă metoda de bază atunci cînd variantele experiențelor sînt de natură calitativă (soiuri, plante premergătoare, tipuri de îngrășăminte etc.).

Atunci cînd, însă, variantele studiate au un caracter cantitativ (doze de îngrășăminte sau erbicide, densități etc.), simpla cercetare a diferențelor între treptele utilizate în experiență, nu valorifică toată informația cuprinsă în rezultatele experimentale. Este evident că în acest caz ne interesează cum răspunde producția la modificarea treptată a dozelor factorului cercetat, care este tendința generală de reacție, deci care este *curba de răspuns* a producției.

Analiza statistică a curbelor de răspuns implică două probleme distincte:

— estimarea valorilor pantei și ale curburii, adică respectiv ale creșterii medii a producției la o anumită modificare a dozei factorului cercetat și ale abaterii de la liniaritate;

— aprecierea semnificației acestor estimații în funcție de mărimea variației întîmplătoare prezente în experiență.

Ambele probleme se pot rezolva în general prin aplicarea teoriei regresiei. Noi vom prezenta aici numai un procedeu simplificat aplicabil atunci cînd variantele folosite în experiență corespund unei serii de trepte *egal depărtate* iar numărul de repetiții este egal pentru toate variantele.

Scanned with OKEN Scanner

În acest caz se pot aplica formulele din tabelul 8.8, unde variantele sînt numerotate începînd cu 1 de la doza cea mai mică spre cea mai mare, astfel că producția medie a variantei care a primit doza cea mai mică este V_1, următoarea V_2 etc.

Tabelul 8.8

Estimarea pantei și curburii și a erorii lor în experiențele cu variante de natură cantitativă corespunzînd unei serii de trepte egal depărtate

Nr. treptelor	Estimația pantei (b)	Factor de multiplicare pentru eroarea pantei	Estimația curburii (c)	Factor de multiplicare pentru eroarea curburii
2	$\frac{1}{2}(\bar{V}_2-\bar{V}_1)$	0,707	Nu este posibilă	—
3	$\frac{1}{2}(\bar{V}_3-\bar{V}_1)$	0,707	$\frac{1}{2}(\bar{V}_3-2\bar{V}_2+\bar{V}_1)$	1,225
4	$\frac{3}{20}(3\bar{V}_4+\bar{V}_3-\bar{V}_2-3\bar{V}_1)$	0,671	$\frac{9}{16}(\bar{V}_4-\bar{V}_3-\bar{V}_2+\bar{V}_1)$	1,125
5	$\frac{1}{5}(2\bar{V}_5+\bar{V}_4-\bar{V}_2-2\bar{V}_1)$	0,632	$\frac{2}{7}(2\bar{V}_5-\bar{V}_4-2\bar{V}_3-\bar{V}_2+2\bar{V}_1)$	1,069

$$\text{Eroarea pantei sau curburii} = \text{Factor de multiplicare} \times \sqrt{\frac{s^2_E}{n}}$$

unde:

factorul de multiplicare se ia din tabelul 8.8, corespunzător numărului de variante

s^2 este varianța erorii din tabelul de analiza varianței;

n — numărul repetițiilor.

Rezultatele obținute prin aplicarea acestor formule sînt exprimate prin modificarea producției la o creștere a dozelor egală cu jumătate din amplitudinea totală cercetată în experiență. De aceea, dacă dorim să exprimăm rezultatele prin modificarea producției la 1 kg îngrășămînt sau erbicid etc., va trebui să împărțim toate valorile prin raportul $\frac{\textit{Doza maximă} - \textit{Doza minimă}}{2}$, pentru pantă și prin patratul acestui raport pentru curbură.

Testarea semnificației, atît pentru pantă cît și pentru curbură, se face fie înainte, fie după această transformare, folosind eroarea pantei și respectiv a curburii exprimată în aceleași unități. Se aplică valorile t (pentru GL ale erorii) fie calculîndu-se intervalul de încredere în care se găsește, cu probabilitate cunoscută (5% sau 1%), panta și curbura adevărată (cap. 8.5), fie comparînd valorile obținute cu zero, pentru a determina dacă panta și respectiv curbura sînt reale, sau estimațiile noastre sînt numai întîmplătoare.

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 8.9.2. Să estimăm caracteristicile curbei de răspuns a producției la o experiență cu îngrășăminte azotate aplicate pe pajiști submontane la Caraşova (date obținute prin amabilitatea prof. Samoilă Z.).

1. Datele necesare sînt:

— producțiile medii pe variante:

$\bar{V}_1$ (neîngrășat) 9,8 t masă verde
$\bar{V}_2$ (30 N) 12,0 t masă verde
$\bar{V}_3$ (60 N) 14,5 t masă verde
$\bar{V}_4$ (90 N) 16,5 t masă verde
$\bar{V}_5$ (120 N) 18,2 t masă verde

— varianța erorii $s^2_{\bar{E}}=3{,}12$ cu 12 *GL*;

— numărul repetițiilor $n=4$ $V_{mediu}=14{,}2$ t.

2. Aplicăm formulele din tabelul 8.8 corespunzătoare la 5 variante:

$$\text{Panta} = \frac{1}{5}\,[(2\times 18{,}2)+16{,}5-12{,}0-(2\times 9{,}8)]=4{,}260$$

$$\text{Eroarea pantei}=0{,}632\times\sqrt{\frac{3{,}12}{4}}=0{,}556$$

$$\text{Curbura}=\frac{2}{7}\,[(2\times 18{,}2)-16{,}5-(2\times 14{,}5)-12{,}0+(2\times 9{,}8)]=-0{,}428$$

$$\text{Eroarea curburii}=1{,}069\times\sqrt{\frac{3{,}12}{4}}=0{,}940$$

3. Testăm semnificația estimațiilor obținute:

— pentru pantă $t=\frac{4{,}260}{0{,}556}=7{,}6$, valoare care la 12 *GL* are o probabilitate mai mică de 0,1% de a apare întîmplător (tabelul anexă 6); deci estimația pantei este foarte semnificativă;

— pentru curbură $t=\frac{0{,}428}{0{,}940}=0{,}45$ adică o valoare obișnuită în distribuția valorilor t dacă valoarea reală a curburii este zero; deci experiența noastră nu a fost suficient de precisă pentru a justifica afirmația, că ar exista vreo curbură în reacția producției la azot în limitele experimentate.

4. Pentru prezentare transformăm estimațiile exprimîndu-le la 1 kg N substanță activă, avînd în vedere că toate valorile obținute reprezintă modificări ale producției la $\frac{120-0}{2}=60$ kg N.

Pentru aceasta împărțim estimația pantei și eroarea ei la 60, iar estimația curburii și eroarea ei la $60^2=3\,600$.

$$\text{Panta}=\frac{4{,}260}{60}=0{,}071 \text{ t/kg N substanță activă.}$$

$$\text{Eroarea pantei}=\frac{0{,}556}{60}=0{,}009 \text{ t/kg N substanță activă.}$$

$$\text{Curbura}=\frac{0{,}428}{60^2}=0{,}000119.$$

$$\text{Eroarea curburii}=\frac{0{,}940}{60^2}=0{,}000261.$$

Scanned with OKEN Scanner

5. Putem calcula intervalul de încredere al pantei și al curburii folosind valorile t teoretice din tabelul anexă 4 pentru GL ale erorii ($t=2{,}18$).

Astfel putem spune cu 5% șanse de a greși că panta reală va fi cuprinsă în intervalul $0{,}071 \pm 2{,}18 \times 0{,}009$, adică între 0,052 și 0,090 t/kg N substanță activă.

Același calcul se poate face și pentru curbură.

6. Putem prezenta grafic rezultatele sub forma unei drepte cu înclinarea de 0,071 t producție/kg N sau, mai comod 4,260 t la 60 kg N. În interpretare grafică, valoarea curburii de —0,428, (dacă aceasta ar fi semnificativă), arată că punctele extreme (V_1 și V_5) se găsesc mai jos față de dreaptă cu 0,428 tone. Curba este deci convexă față de axa dozelor de îngrășământ.

Pentru a exprima forma curbei de răspuns cu ajutorul unei ecuații matematice vom proceda astfel:

— dacă estimația curburii este nesemnificativă ecuația va fi de forma:

$$y = V_{mediu} + b\,(x - \bar{x})$$

unde:

y reprezintă producția estimată;
V_{mediu} — producția medie a experienței;
b — panta;
x — doza de îngrășământ;
$\bar{x}$ — doza medie de îngrășământ.

Deci în cazul nostru:

$$y = 14{,}2 + 0{,}071\,(x - 60) = 9{,}94 + 0{,}071\,x$$

— dacă estimația curburii este semnificativă se folosește o ecuație de forma:

$$y = a + b\,(x - \bar{x}) + c\,(x - \bar{x})^2$$

unde:

c este curbura

$$a = V_{mediu} - c \cdot \frac{\Sigma (x - \bar{x})^2}{\text{Nr. treptelor}} =$$

$$= 14{,}2 - (-0{,}000119) \times \frac{(0-60)^2 + (30-60)^2 + \ldots + (120-60)^2}{5} = 14{,}41$$

La exemplul nostru, presupunînd că estimația curburii ar fi fost semnificativă vom avea:

$$y = 14{,}41 + 0{,}071\,(x - 60) - 0{,}000119\,(x - 60)^2$$

sau, desfăcînd parantezele:

$$y = 9{,}73 + 0{,}085\,x - 0{,}000119\,x^2$$

Dînd diferite valori lui x putem construi apoi cu precizie curba de răspuns.

Scanned with OKEN Scanner

IV. SUBDIVIZAREA VARIANȚEI VARIANTELOR

După cum s-a arătat, varianța variantelor s_V caracterizează fluctuația globală cauzată de toate tratamentele experimentate. În unele cazuri, este foarte util să se subdivizeze această varianță (respectiv SP și GL respective) în mai multe părți corespunzătoare diferitelor comparații posibile între variante. Atunci cînd suma SP și a GL pentru diferitele comparații este egală cu SP_V și GL_V, comparațiile se numesc *ortogonale*.

Cele mai obișnuite cazuri cînd se recurge la subdivizarea varianței variantelor sînt:

1. Cînd se compară un martor (de exemplu martorul neîngrășat), cu mai multe tratamente experimentale (de exemplu diferite feluri de îngrășăminte cu N), se împarte SP_V în:

— o parte corespunzătoare comparației între martor și restul variantelor:

$$SP_I = \frac{V_1^2}{n} + \frac{(V_2+V_3+\ldots+V_v)^2}{(v-1)n} - \frac{(\Sigma x)^2}{N}$$

cu 1 GL,

— o parte corespunzătoare comparațiilor între tratamente, care se obține prin diferență din SP_V, cu $GL=v-2$.

$$SP_{II}=SP_V-SP_I$$

2. Cînd se compară două grupe de tratamente, ca de exemplu, diferite doze din două tipuri de erbicide, se poate subdiviza SP_V în:

— o parte corespunzătoare comparației între mediile celor două grupe (care cuprind respectiv a și b variante fiecare; $a+b=v$):

$$SP_I = \frac{(V_1+V_2+\ldots V_a)^2}{n.a} + \frac{(V_{a+1}+\ldots V_v)^2}{n.b} - \frac{(\Sigma x)^2}{N}$$

cu 1 GL

— o parte corespunzătoare diferitelor comparații în interiorul grupelor, care se obține prin diferență, avînd $GL=v-2$.

$$SP_{II}=SP_V-SP_I$$

3. Cînd variantele corespund unei scheme polifactoriale se poate subdiviza SP_V în mai multe părți, care exprimă influența fiecărui factor ca și efectul interacțiunii între aceștia (vezi cap. 10.1).

4. Cînd factorul experimental este de natură cantitativă (doze de îngrășăminte, densități etc.) se poate subdiviza SP_V în părți corespunzătoare modului de reacție al producției (reacție liniară și abatere de la liniaritate) (cap. 12.4).

În toate aceste cazuri, subdivizarea varianței variantelor permite o apreciere comodă a semnificației diferitelor tipuri de comparații prin proba F, analiza varianței devenind astfel cu mult mai expresivă.

Scanned with OKEN Scanner

8.10. ABATERI DE LA MODELUL TEORETIC AL ANALIZEI VARIANȚEI. TRANSFORMĂRI

Modelul teoretic al analizei variației se bazează pe cîteva premise care trebuie cunoscute și anume:

— normalitatea erorii;
— omogenitatea variațelor;
— aditivitatea influențelor diferitelor cauze ale variabilității.

Premisa normalității erorii se bazează pe faptul, cunoscut nouă, că rezultatele determinărilor experimentale tind să varieze întîmplător, formînd o distribuție apropiată de distribuția normală. Producția unei parcele experimentale este determinată deci nu numai de capacitatea ei de producție, simbolizată de media reală μ, ci și de o mărime ε, denumită eroare, care se supune legii normale cu media 0 și varianța σ^2. Tocmai această varianță σ^2 o estimăm prin calcularea variației erorii s^2_E. Deci:

$$x=\mu+\varepsilon$$

Omogenitatea variațelor presupune că distribuțiile teoretice ale producțiilor tuturor variantelor au aceeași formă, deci aceeași varianță, fiind diferite numai ca poziție datorită efectului factorilor cercetați (fig. 8.6). Pe această premisă se bazează estimarea unei singure erori generale pentru toată experiența.

În sfîrșit, prin aditivitate se înțelege că aplicarea unui tratament, ca și diferențierea fertilității blocurilor, nu face, în ultimă instanță, decît să adune o cîtime la media reală a variantei, fără să influențeze restul componentelor. În acest fel producția unei parcele apare definită de o ecuație liniară de gradul I:

$$x=\mu+\alpha+\beta+\varepsilon$$

unde:

μ reprezintă media generală;
α — efectul variantelor;
β — efectul blocurilor;
ε — eroarea.

În majoritatea cazurilor aceste premise, chiar dacă nu sînt în concordanță perfectă cu rezultatele experimentale, sînt aproximate destul de bine de acestea. De cele mai multe ori, chiar dacă datele par a se abate mai mult de la modelul teoretic, numărul de repetiții este prea mic pentru a afirma că aceasta nu se datorește pur și simplu întîmplării.

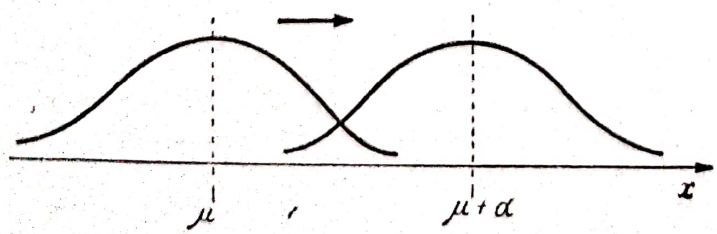


Fig. 8.6 — Omogenitatea variațelor. Curbele diferă numai prin poziție (după V e s s e r e a u)

Desigur, există metode care permit testarea statis-

tică a semnificației abaterii de la ipotezele de bază ale analizei variației, cum sînt testul Bartlett pentru neomogenitatea variațelor și criteriul aditivității al lui Tukey, însă aplicarea lor necesită calcule relativ dificile, fără ca indicația obținută să fie absolută.

De aceea abaterile mici de la normalitate ca și tendința variațelor de a fi heterogene, sînt de obicei ignorate în experiențele obișnuite.

Atunci cînd însă, alături de aspectul datelor experimentale, considerații teoretice ne fac să presupunem abateri importante de la premisele teoriei analizei variației, este necesar să se evite aplicarea analizei variației ca atare.

Acesta este de exemplu cazul, atunci cînd datele experimentale sînt exprimate în *procente*, deoarece varianța unor asemenea date este direct dependentă de mărimea mediei. De aceea, îndeosebi cînd este vorba de procente care variază în limite largi, variațele acestora vor fi evident neomogene.

Același lucru se poate afirma despre unele date, ca numărul de buruieni pe parcelă în experiențele cu erbicide, la care o parte din variante au mediile apropiate de zero.

În asemenea cazuri o transformare corespunzătoare, adică exprimarea datelor la o altă scară de măsură, poate face ca rezultatele să corespundă mult mai bine modelului teoretic.

Cele mai frecvent folosite sînt următoarele schimbări de variabilă:

1. Transformarea $arc\ sin\sqrt{procent}$ se folosește la prelucrarea statistică a datelor exprimate în procente. Pentru aceasta se caută în tabele speciale (tabelul anexă 9) valorile unghiurilor al căror sinus este egal cu rădăcina pătrată din procentele analizate. Aceste valori corespund bine modelului teoretic al analizei variației și pot fi valorificate ca atare.

2. Transformarea $\sqrt{X}$ se folosește în cazul datelor, analoage cu numărul de buruieni pe parcelă, numărul de insecte colectate în capcane etc., care prezintă unele medii mari și cu variațe foarte ridicate și unele medii mici cu variațe reduse. Atunci cînd unele valori sînt foarte apropiate de zero sau chiar egale cu zero se folosește transformarea $\sqrt{X+1}$.

3. Transformarea logaritmică, adică folosirea pentru prelucrarea statistică a logaritmilor datelor experimentale, se folosește în cazuri asemănătoare cu cele de la punctul 2, atunci cînd variabilitatea în interiorul fiecărei variante este aproape proporțională cu mărimea mediei.

În cazul tuturor transformărilor, toate calculele, inclusiv stabilirea semnificației, se face cu valorile transformate, iar în final, pentru prezentarea datelor aceste valori sînt retransformate în unitățile inițiale, folosind aceleași tabele.

* *
*

La sfîrșitul acestui capitol se impun cîteva cuvinte despre rolul statisticii în valorificarea experiențelor.

Orice experimentator știe că deseori rezultatele vorbesc de la sine, fără nici o prelucrare matematică. Însă numai aplicarea corespunzătoare a metodelor statistice ne poate da siguranța unor afirmații științifice și conciziunea necesară prezentării rezultatelor.

În prezent, metodele statistice s-au extins și s-au perfecționat atît de mult încît o prezentare cuprinzătoare a fundamentării lor ar fi fost imposibilă în limitele acestei cărți. Consultarea unui statistician sau a tratatelor fundamentale este necesară ori de cîte ori apar probleme mai complexe. Pentru aceasta este însă nevoie ca experimentatorul să posede un minim de înțelegere a noțiunilor fundamentale ale statisticii.

Este tocmai ceea ce am încercat să înlesnim prin acest capitol, care trebuie să permită o aplicare mai conștientă a metodelor de valorificare prezentate în capitolele următoare.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL

9

VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR CU UN SINGUR FACTOR

9.1. ETAPELE GENERALE ALE VALORIFICĂRII REZULTATELOR EXPERIMENTALE

Valorificarea rezultatelor de producție ale experiențelor de cîmp trece în general prin următoarele etape principale:

— Producțiile parcelelor experimentale, recalculate la același procent de umiditate și exprimate ca producții la hectar, se înscriu pe un plan, conform așezării parcelelor pe teren. Pentru a ușura calculele, producțiile sînt rotunjite, de obicei la 3 cifre semnificative. Un exces de „precizie" prin păstrarea a mai multe zecimale, nu face decît să îngreuieze inutil calculele, deoarece este evident că exactitatea cîntăririlor de cîmp însești limitează interesul pe care îl prezintă diferențele de producție de cîteva kilograme la hectar.

Tot pentru ușurarea calculelor, producțiile tuturor parcelelor experimentale pot fi micșorate cu o aceeași cîtime D, care se adaugă apoi la sfîrșitul calculelor.

— Se trece apoi la analiza variației calculîndu-se întîi scăzătorul după formula:

$$Scăzătorul = \frac{(\Sigma x)^2}{N}$$

Formula echivalentă $\bar{x}.\sum x$ are dezavantajul că, dacă nu se calculează un număr suficient de zecimale pentru $\bar{x}$, scăzătorul poate fi subestimat ceea ce micșorează precizia rezultatelor.

Se calculează apoi sumele patratelor abaterilor și gradele de libertate corespunzătoare, potrivit dispozitivului experimental folosit. Pe baza acestora se

Scanned with OKEN Scanner

calculează varianța s^2 pentru variante și pentru eroare și se constată prin *proba F* dacă deosebirile între variante au o probabilitate suficient de mare de a reflecta existența unor deosebiri reale.

Dacă proba *F* dezvăluie neomogenitatea variantelor experimentate se poate trece apoi la examinarea semnificației statistice a diferențelor dintre variante.

— Dacă pentru interpretarea și prezentarea rezultatelor ne interesează numai un număr limitat de diferențe, planificate de la executarea experienței, ca de exemplu diferențele față de o variantă martor sau față de media experienței, se folosește proba *t* sau metoda diferențelor limită.

Pentru aceasta se calculează eroarea diferențelor, pe baza varianței erorii, după formula:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s_E^2}{n}}$$

Cu ajutorul acestei erori a diferențelor se pot afla valorile *t* corespunzătoare fiecărei diferențe studiate $\left(t = \frac{d}{s_{\bar{d}}}\right)$ și apoi din tabelele anexă 7, corespunzător numărului de *GL* ale erorii, probabilitatea ca aceste valori *t* să se fi obținut numai datorită fluctuației întîmplătoare. Convențional s-a stabilit că dacă această probabilitate a apariției întîmplătoare (probabilitate de transgresiune) este cuprinsă între 5% și 1% diferențele de producție să fie considerate semnificative iar dacă probabilitatea este mai mică de 1% diferențele să fie considerate distinct semnificative. Uneori se mai folosește și pragul de semnificație de 0,1% diferențele respective fiind considerate foarte semnificative.

Atunci cînd în experiență se compară un număr mare de variante cu varianta martor sau cu media variantelor, se folosește metoda diferențelor limită. Pentru aceasta se calculează cele mai mici diferențe care pot fi considerate semnificative, distinct semnificative sau foarte semnificative înmulțind valorile *t* din tabelul anexă 6 corespunzătoare probabilităților de 5%, 1% sau 0,1%, și gradelor de libertate ale erorii, cu eroarea diferențelor s_d.

Se compară apoi diferențele de producție constatate în experiență cu diferențele limită calculate, apreciind astfel gradul de semnificație al deosebirilor dintre variante.

— Dacă în interpretarea și prezentarea rezultatelor avem nevoie să executăm compararea tuturor variantelor între ele, pentru stabilirea corectă a semnificației diferențelor vom folosi metoda comparațiilor multiple (testul Duncan).

Pentru aceasta vom înșirui întîi variantele în ordinea producțiilor obținute. Diferențele între variantele situate la diferite depărtări în această clasificare se vor compara cu diferențele semnificative corespunzătoare, calculate prin înmulțirea erorii mediilor cu valorile din tabelul anexă 8, care corespund numărului de *GL* ale erorii și distanței în clasificare între variantele comparate.

Odată stabilită semnificația diferențelor între variante, se poate trece pe această bază la analiza și explicarea științifică a rezultatelor.

Scanned with OKEN Scanner

9.2. VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR AȘEZATE ÎN BLOCURI RANDOMIZATE

Exemplul 9.2.1 Vom valorifica o experiență cu 4 hibrizi dubli de porumb ($v=4$) în cultură irigată, așezată în blocuri randomizate cu 6 repetiții ($n=6$).

1. Se notează ca în tabelul 9.1 producțiile de boabe (rotunjite pentru ușurarea calculelor în tone/ha); indicii din patrate reprezintă, cel din dreapta numărul variantei, iar cel din stînga numărul curent al parcelei experimentale.

Tabelul 9.1

I. Producțiile experienței în blocuri randomizate aranjate potrivit așezării din cîmp

Repetiția	Producțiile parcelelor t/ha								R
6	21	2	22	3	23	1	24	4	
	7,0		8,3		6,2		5,5		27,0
5	17	3	18	1	19	4	20	2	
	8,5		5,1		6,2		7,0		26,8
4	13	4	14	2	15	1	16	3	
	4,5		7,5		5,6		8,0		25,6
3	9	3	10	4	11	2	12	1	
	9,6		5,5		8,3		5,9		29,3
2	5	2	6	1	7	4	8	3	
	8,0		7,2		6,1		9,0		30,3
1	1	1	2	2	3	3	4	4	
	7,5		8,9		9,2		5,8		31,4

$\Sigma x = 170,4$

$\bar{x} = 7,1$

R reprezintă suma producțiilor parcelelor unei repetiții

Σx – suma producțiilor tuturor parcelelor experienței

$\bar{x}$ – producția medie a experienței (producția martor)

2. Se așază producțiile pe variante și repetiții ca în tabelul 9.2.

Tabelul 9.2

II. Producțiile așezate pe variante și repetiții

Varianta	Repetiția						V
	1	2	3	4	5	6	
1	7,5	7,2	5,9	5,6	5,1	6,2	37,5
2	8,9	8,0	8,3	7,5	7,0	7,0	46,7
3	9,2	9,0	9,6	8,0	8,5	8,3	52,6
4	5,8	6,1	5,5	4,5	6,2	5,5	33,6
R	31,4	30,3	29,3	25,6	26,8	27,0	$\Sigma x = 170,4$

Scanned with OKEN Scanner

Ca o verificare a însumărilor, suma producțiilor pe variante și pe repetiții, trebuie să corespundă.

3. Cu ajutorul datelor din tabelul 9.2 se calculează scăzătorul și SP :

a) $Scăzătorul = \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{(170,4)^2}{24} = 1209,840$

b) $SP_{total} = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = (7,5^2 + 7,2^2 + \ldots + 5,5^2) - 1209,840 = 48,200$

c) $SP_{repetiții} = \frac{\Sigma R^2}{v} - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{31,4^2 + \ldots + 27,0^2}{4} - 1209,840 = 6,445$

d) $SP_{variante} = \frac{\Sigma V^2}{n} - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{37,5^2 + \ldots + 33,6^2}{6} - 1209,840 = 37,303$

e) $SP_{eroare} = SP_T - (SP_R + SP_V) = 48,200 - (6,445 + 37,303) = 4,452$

4. Se stabilește numărul gradelor de libertate cu ajutorul formulelor:

— $GL_T = N - 1 = v.n\text{-}1 = 4 \times 6 - 1 = 23$
— $GL_R = n - 1 = 6 - 1 = 5$
— $GL_V = v - 1 = 4 - 1 = 3$
— $GL_E = (n - 1)\ (v\text{-}1) = (6\text{-}1)\ (4\text{-}1) = 15$

Pe baza acestor date se alcătuiește tabelul analizei varianței (tabelul 9.3). Varianțele (s^2) pentru variante și eroare se calculează prin împărțirea SP la GL respective.

Tabelul 9.3

II. Analiza varianței pentru experiența așezată în blocuri randomizate

Cauza variabilității	SP	GL	s^2 (SP/GL)	Proba F
TOTALĂ	48,20	23		
Repetiții	6,44	5		
Variante	37,30	3	12,43	$F = \frac{12,43}{0,297} = 41,8$ (3,29)
Eroare	4,45	15	0,297	

Proba F ne indică neomogenitatea varianțelor, deci existența unor deosebiri reale între hibrizii experimentați. (Valoarea F obținută (41,8) este mai mare decît valoarea F teoretică pentru $P = 5\%$ din tabelul anexă 5, corespunzătoare la 3 GL ale variantelor și 15 GL ale erorii).

5. Se calculează producția medie a fiecărei variante împărțind producțiile totale V din tabelul 9.2 la numărul repetițiilor.

Pentru aflarea semnificației diferențelor dintre aceste producții și producția medie a experienței $\bar{x} = 7,1$ t/ha (sau față de o variantă martor) putem folosi fie proba t, fie diferențele limită.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru aceasta se calculează în primul rînd eroarea diferențelor folosind varianța erorii.

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,s_E^2}{n}} = \sqrt{\frac{2\times 0{,}297}{6}} = 0{,}31$$

a) Determinarea gradului de semnificație prin proba t. Se împarte fiecare diferență (între fiecare variantă și media variantelor sau între fiecare variantă și varianta martor) prin eroarea diferențelor $s_{\bar{d}}$.

Cunoscînd numărul de grade de libertate ale erorii (15) se caută în tabelul anexă 7 probabilitatea de transgresiune corespunzătoare fiecărei diferențe de producție. În funcție de aceste probabilități se apreciază gradul de semnificație a diferențelor.

Rezultatele se sintetizează ca în tabelul 9.4.

Se observă că, față de media variantelor, hibridul 3 dă un spor foarte semnificativ iar hibridul 4 prezintă un minus foarte semnificativ. Plusul de producție al hibridului 2 și minusul de producție al hibridului 1 sînt semnificative.

b) Determinarea gradului de semnificație cu ajutorul diferențelor limită.

Se înmulțesc valorile t din tabelul anexă 6 corespunzătoare la 15 GL ale erorii și la $P=5\%$, 1% și $0{,}1\%$ cu eroarea diferențelor aflată anterior ($s_{\bar{d}}=0{,}31$). Rezultatul reprezintă diferențele limită semnificative în valori absolute. Exprimarea în valori relative se face raportînd valorile absolute la producția martor.

$$DL\ 5\% = 2{,}13\times 0{,}31 = 0{,}66 \qquad \frac{0{,}66\times 100}{7{,}1} = 9{,}2\%$$

$$DL\ 1\% = 2{,}95\times 0{,}31 = 0{,}91 \qquad \frac{0{,}91\times 100}{7{,}1} = 12{,}8\%$$

$$DL\ 0{,}1\% = 4{,}07\times 0{,}31 = 1{,}26 \qquad \frac{1{,}26\times 100}{7{,}1} = 17{,}7\%$$

Prin compararea diferențelor experimentale cu aceste diferențe limită se ajunge la aceleași concluzii asupra semnificației rezultatelor. Sintetizarea rezultatelor se face într-un tabel asemănător tabelului 9.4 dar din care lipsesc coloanele pentru t și P și la care se indică alăturat valorile DL.

Tabelul 9.4

IV. Sinteza rezultatelor la experiența așezată în blocuri randomizate

Hibridul	Producția t/ha	Producția relativă	Diferența t/ha	t	$P\%$	Semnificația
3	8,76	123,4	+1,66	+5,35	<0,1	***
2	7,80	109,9	+0,70	+2,25	4,4	*
media ($\bar{x}$)	7,10	100,0	Mt	—	—	
1	6,25	88,0	−0,85	−2,74	1,7	0
4	5,60	78,9	−1,50	−4,84	<0,1	000

6. Pentru a putea compara producțiile a două variante oarecare, folosim testul Duncan.

În acest scop calculăm întîi eroarea mediilor.

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s_E^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,297}{6}} = 0,22$$

Pentru executarea tuturor comparațiilor posibile alcătuim un tabel de tipul tabelului 9.5.

Tabelul 9.5

V. Comparațiile multiple la experiența așezată în blocuri randomizate

Clasificare	Hibridul	Producția	Diferența față de varianta de pe locul		
			IV	III	II
I	3	8,76	3,16* (0,71)	2,51* (0,69)	0,96* (0,66)
II	2	7,80	2,20* (0,69)	1,55* (0,66)	—
III	1	6,25	0,65 (0,66)	—	—
IV	4	5,60	—	—	—

Cu ajutorul erorii mediilor calculăm diferențele care pot fi considerate semnificative la numărul de *GL* ale erorii și la diferite depărtări între variante în clasificarea după producție, prin înmulțirea cu valorile corespunzătoare din tabelul anexă 8.

Astfel, pentru variantele vecine în clasificare vom avea în tabel la 15 *GL* și $n=2$ valoarea 3,01 deci: $DS\ 5\%=0,22\times 3,01=0,66$. Această valoare corespunde diferenței limită calculate anterior.

Pentru variantele aflate în clasificare pe locurile 1 și 3 sau 2 și 4 avem valoarea corespunzătoare la 15 *GL* și $n=3$ egală cu 3,16 deci

$$DS\ 5\%=0,22\times 3,16=0,69$$

În sfîrșit, pentru compararea variantelor de pe primul și ultimul loc vom avea la $n=4$ în tabelul anexă 8, o valoare de 3,25, deci:

$$DS\ 5\%=0,22\times 3,25=0,71$$

În cazul nostru, numărul variantelor fiind mic și diferențele între ele mari, ajungem la concluzii asemănătoare cu cele la care am fi ajuns și prin aplicarea diferențelor limită pentru toate comparațiile posibile. Este însă evident că la un număr mai mare de variante concluziile pot fi diferite.

Pentru prezentarea rezultatelor putem adăuga la tabelul producțiilor, pentru fiecare variantă, litere de la începutul alfabetului, astfel ca variantele ce se deosebesc semnificativ să poarte litere diferite, iar cele ce nu diferă semnificativ să poarte aceleași litere. Vom avea deci pentru hibridul 3 litera *a*, pentru hibridul 2 litera *b* și pentru hibridul 1 litera *c*, iar pentru hibridul 4 tot, litera *c*,

9.3. VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR AȘEZATE ÎN PATRAT LATIN

Valorificarea experiențelor așezate în patrat latin decurge după același procedeu ca și valorificarea experiențelor așezate în blocuri randomizate, cu deosebirea că se calculează și *SP* și *GL* pentru coloane, micșorîndu-se corespunzător *SP* și *GL* ale erorii.

Exemplul 9.3.1. Pentru exemplificare vom valorifica o experiență cu 7 soiuri și hibrizi dubli de porumb ($v=7$) așezată în patrat latin 7×7.

1. Datele de producție se înscriu într-un tabel (tabelul 9.6) care indică poziția pe teren a fiecărei parcele. În fiecare patrat care reprezintă o parcelă experimentală, se înscriu 3 cifre și anume: numărul din stînga sus indică numărul curent al parcelei experimentale (de la 1 la 49); în partea dreaptă sus se înscrie numărul variantei, iar la mijloc jos se înscriu producțiile la hectar pe care, în cazul nostru, le-am micșorat cu 35 q pentru ușurarea calculelor.

Tabelul 9.6

I. Producțiile experienței așezate în patrat latin aranjate după așezarea din cîmp (micșorate cu 35 q)

Coloane / Blocuri	1	2	3	4	5	6	7	*B*
7	43 2 37,6	44 3 14,6	45 5 10,3	46 7 32,8	47 4 23,8	48 1 26,2	49 6 19,9	165,2
6	36 7 30,3	37 5 18,9	38 2 42,3	39 6 14,0	40 1 33,2	41 4 18,5	42 3 14,0	171,2
5	29 3 10,9	30 6 5,4	31 1 31,7	32 5 27,0	33 2 40,1	34 7 31,9	35 4 11,5	158,5
4	22 5 10,1	23 4 4,6	24 7 9,1	25 2 33,8	26 6 9,5	27 3 25,8	28 1 15,6	108,5
3	15 4 7,1	16 1 7,0	17 6 12,1	18 3 20,7	19 7 7,9	20 2 37,6	21 5 23,2	115,6
2	8 6 0,7	9 7 33,8	10 4 5,2	11 1 25,4	12 3 24,0	13 5 25,6	14 2 19,7	134,4
1	1 1 3,8	2 2 14,8	3 3 10,9	4 4 10,3	5 5 14,8	6 6 14,4	7 7 12,2	81,2
L	100,5	99,1	121,9	164,0	153,3	180,0	116,1	$x=934,6$ $\bar{x}=19,0735$

B reprezintă suma producțiilor parcelelor dintr-un bloc
L — suma producțiilor parcelelor dintr-o coloană
Σx — suma producțiilor tuturor parcelelor din experiență
$\bar{x}$ — producția medie a experienței

2. Se face suma producțiilor tuturor parcelelor care cuprind aceeași variantă folosind datele din tabelul 9.6.

$V_1 = 3{,}8+25{,}4+7{,}0+15{,}6+31{,}7+33{,}2+26{,}2=142{,}9$
$V_2 = 14{,}8+19{,}7+37{,}6+33{,}8+40{,}1+42{,}3+37{,}6=225{,}9$
$V_3 = 10{,}9+24{,}0+20{,}7+25{,}8+10{,}9+14{,}0+14{,}6=120{,}9$
$V_4 = 10{,}3+5{,}2+7{,}1+4{,}6+11{,}5+18{,}5+23{,}8=81{,}0$
$V_5 = 14{,}8+25{,}6+23{,}2+10{,}1+27{,}0+18{,}9+10{,}3=129{,}9$
$V_6 = 14{,}4+0{,}7+12{,}1+9{,}5+5{,}4+14{,}0+19{,}9=76{,}0$
$V_7 = 12{,}2+33{,}8+7{,}9+9{,}1+31{,}9+30{,}3+32{,}8=158{,}0$

3. Cu ajutorul acestor date se calculează scăzătorul și sumele patratelor abaterilor, după cum urmează:

a) $Scăzătorul = \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{(\Sigma x)^2}{n.v} = \frac{934{,}6^2}{49} = 17826{,}06$

b) $SP_{total} = \sum x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n.v} = (37{,}6^2+14{,}6^2+\dots+12{,}2^2) - 17826\,06 = 5679{,}08$

c) $SP_{blocuri} = \frac{\Sigma B^2}{v} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.v} = \frac{165{,}2^2+\dots+81{,}2^2}{7} - 17826{,}06 = 964{,}67$

d) $SP_{coloane} = \frac{\Sigma L^2}{v} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.v} = \frac{100{,}5^2+\dots+116{,}1^2}{7} - 17826{,}06 = 885{,}70$

e) $SP_{variante} = \frac{\Sigma V^2}{n} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.v} = \frac{142{,}9^2+\dots+158{,}0^2}{7} - 17826{,}06 = 2208{,}66$

f) $SP_{eroare} = SP_T - (SP_B + SP_L + SP_V) =$
$= 5679{,}08 - (964{,}67+885{,}70+2208{,}66) = 1620{,}05$

4. Se calculează numărul gradelor de libertate pentru fiecare sursă de variabilitate cu ajutorul formulelor.

$GL_T = N-1 = v.n-1 = 7\times7-1 = 48$
$GL_B = b-1 = n-1 = 7-1 = 6$
$GL_L = l-1 = n-1 = 7-1 = 6$
$GL_V = v-1 = 7-1 = 6$
$GL_E = GL_T-(GL_B+GL_L+GL_V) = 48-(6+6+6) = 30$

5. Se alcătuiește tabelul analizei variației, folosind datele calculate anterior

Tabelul 9.7

II. Analiza variației la experiența așezată în patrat latin

Cauza variabilității	*SP*	*GL*	s^2 (*SP*/*GL*)	Proba *F*
Totală	5 679,08	48		
Blocuri	964,67	6		
Coloane	885,70	6		
Variante	2 208,66	6	368,11**	$\frac{368{,}11}{54{,}00} = 6{,}81$ (2,42; 3,47)
Eroare	1 620,05	30	54,00	

Prin raportarea *SP* la *GL* se calculează varianța pentru variante și eroare. Proba *F* ne dă valoarea 6,81 care întrece valorile teoretice pentru $P=5\%$ și $P=1\%$ găsite în tabelul anexă 5, corespunzătoare la 6 *GL* ale variantelor și 30 *GL* ale erorii. Se poate deci afirma, cu o probabilitate mai mică de 1% de a greși, că există deosebiri reale în rîndul variantelor experimentate.

6. Se calculează producția medie a fiecărei variante împărțind sumele *V* pentru fiecare variantă la numărul repetițiilor (7) și adunînd apoi cele 35 q scăzute la începerea calculelor.

Cu ajutorul acestor producții se calculează diferențele față de producția martor care în cazul nostru s-a stabilit să fie producția medie a experienței (54 q/ha).

7. Pentru stabilirea semnificației diferențelor față de producția martor, numărul variantelor fiind destul de mare, este indicat să se folosească diferențele limită.

Vom calcula întîi eroarea diferențelor după formula:

$$s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2s_E^2}{n}}=\sqrt{\frac{2\times 54,00}{7}}=3,92$$

Înmulțind această eroare a diferențelor cu valorile *t* din tabelul anexă 6 corespunzătoare la 30 *GL* ale erorii și $P=5\%$, 1% și eventual 0,1% obținem diferențele minime care pot fi considerate semnificative la nivelele respective de semnificație:

$DL\ 5\%=t_{5\%}\cdot s_{\bar{d}}=2,04\times 3,92=7,99$ q/ha

$DL\ 0,1\%=t_{1\%}\cdot s_{\bar{d}}=2,75\times 3,92=10,78$ q/ha

$DL\ 1\%=t_{0,1\%}\cdot s_{\bar{d}}=3,65\times 3,92=14,20$ q/ha

Semnificația diferențelor experimentale se stabilește prin compararea cu aceste diferențe limită (tabelul 9.8).

Tabelul 9.8

III. Sinteza rezultatelor experienței așezate în patrat latin

Varianta	Producția q/ha	Producția relativă	Diferența q/ha	Semnificația diferențelor
2	67,2	124,4	+13,2	
7	57,5	106,5	+ 3,5	
1	55,4	102,6	+ 1,4	
Media	54,0	100,0	Mt	
5	53,5	99,1	− 0,5	
3	52,2	96,7	−1,8	
4	46,5	86,1	− 7,5	
6	45,8	84,8	− 8,2	0

DL 5% = 7,99 q/ha

DL 1% = 10,78 q/ha

Dacă numai compararea cu o producție martor nu este suficientă și dorim să cunoaștem semnificația diferențelor între oricare dintre variantele experiențelor, vom folosi metoda comparațiilor multiple.

Pentru aceasta vom calcula întîi toate diferențele posibile cu ajutorul unui tabel asemănător tabelului 9.9, în care variantele sînt aranjate în ordinea producțiilor.

Tabelul 9.9

IV. Comparațiile multiple la experiența așezată în patrat latin

Clasificarea	Varianta	Producția q/ha	Diferența față de varianta de pe locul					
			VII (45,8)	VI (46,5)	V (52,2)	IV (53,5)	III (55,4)	II (57,5)
I	2	67,2	21,4* (9,11)	20,7* (9,00)	15,0* (8,86)	13,7* (8,67)	11,8* (8,42)	9,7* (8,00)
II	7	57,5	11,7* (9,00)	11,0* (8,86)	5,3 (8,67)	4,0 (8,42)	2,1 (8,00)	—
III	1	55,4	9,6* (8,86)	8,9* (8,67)	3,2 (8,42)	1,9 (8,00)	—	—
IV	5	53,5	7,7 (8,67)	7,0 (8,42)	1,3 (8,00)	—	—	—
V	3	52,2	6,4 (8,42)	5,7 (8,00)	—	—	—	—
VI	4	46,5	0,7 (8,00)	—	—	—	—	—
VII	6	45,8	—	—	—	—	—	—

Aceste diferențe se compară cu diferențele semnificative din paranteze calculate prin înmulțirea erorii mediilor ($s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\overline{s_E^2}}{n}} = \sqrt{\frac{54,00}{7}} = 2,77$) cu valorile din tabelul anexă 8 corespunzătoare la 30 *GL* ale erorii și la depărtarea în clasificare a variantelor comparate. Astfel, pentru variantele vecine în clasificare (I și II, II și III etc.) vom lua din tabel valoarea corespunzătoare coloanei $n=2$ adică 2,89; pentru compararea variantelor I și III, II și IV valoarea din coloana $n=3$ adică 3,04 etc.

Vom avea deci următoarele diferențe semnificative:

— pentru $n=2$, $DS\ 5\%=2,77\times2,89=8,00$ q/ha
— pentru $n=3$, $DS\ 5\%=2,77\times3,04=8,42$ q/ha
— pentru $n=4$, $DS\ 5\%=2,77\times3,13=8,67$ q/ha
— pentru $n=5$, $DS\ 5\%=2,77\times3,20=8,86$ q/ha
— pentru $n=6$, $DS\ 5\%=2,77\times3,25=9,00$ q/ha
— pentru $n=7$, $DS\ 5\%=2,77\times3,29=9,11$ q/ha

Pentru prezentarea rezultatelor se pot uni prin acolade sau nota cu aceleași litere variantele care nu se deosebesc semnificativ ca producție, variantele necu-

prinse de aceeași acoladă sau care nu au nici o literă comună, fiind deci semnificativ diferite (tabelul 9.10).

Tabelul 9.10

V. Sinteza rezultatelor experienței în patrat latin analizate prin testul Duncan

Clasificarea	Varianta	Producția q/ha	
I	2	67,2	a
II	7	57,5	b
III	1	55,4	b
IV	5	53,5	bc
V	3	52,2	bc
VI	4	46,5	c
VII	6	45,8	c

(Variantele notate cu aceeași literă nu sînt semnificativ diferite la nivelul de semnificație de 5%)

9.4. VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR AȘEZATE ÎN DREPTUNGHI LATIN

Valorificarea experiențelor așezate în dreptunghi latin este cu totul asemănătoare celei pentru experiențele în patrat latin, cu deosebirea că numărul blocurilor și al coloanelor este mai mic decît numărul variantelor.

Exemplul 9.4.1. Vom valorifica pentru exemplificare o experiență cu 10 linii de grîu ($v=10$) așezată în dreptunghi latin cu 5 repetiții ($n=b=l=5$).

Tabelul 9.11

I. Producțiile în q/ha (micșorate cu 30 q) în experiența așezată în dreptunghi latin

Coloana / Blocul	1		2		3		4		5		B
5	41 4 9	42 8 2	43 10 12	44 9 4	45 7 3	46 1 8	47 6 3	48 3 14	49 5 4	50 2 3	62
4	31 5 4	32 9 7	33 6 9	34 7 5	35 2 3	36 4 7	37 10 1	38 1 5	39 3 5	40 8 5	51
3	21 6 9	22 3 5	23 5 −2	24 2 6	25 10 3	26 8 0	27 9 10	28 4 6	29 7 6	30 1 2	45
2	11 7 5	12 10 10	13 8 8	14 1 9	15 3 7	16 9 8	17 5 7	18 2 9	19 4 10	20 6 9	82
1	1 1 7	2 2 10	3 3 9	4 4 13	5 5 5	6 6 11	7 7 9	8 8 8	9 9 12	10 10 8	92
L	68		73		55		72		64		332= $=\Sigma x$

1. Producțiile rotunjite în q/ha și micșorate cu 30 q pentru ușurarea calculelor, sînt prezentate în tabelul 9.11, potrivit așezării din cîmp. Cifra din stînga sus indică numărul de ordine al parcelei, cea din dreapta sus numărul variantei, iar cea din mijloc producția.

2. Se face suma producțiilor tuturor parcelelor care cuprind aceeași variantă, folosind datele din tabelul 9.11. Ca o cheie de verificare această însumare poate fi făcută într-un tabel în care producțiile sînt grupate pe variante și repetiții (tabelul 9.12).

Tabelul 9.12

II. Producțiile experienței în dreptunghi latin aranjate pe variante

Varianta / Blocul	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	B
1	7	10	9	13	5	11	9	8	12	8	92
2	9	9	7	10	7	9	5	8	8	10	82
3	2	6	5	6	−2	9	6	0	10	3	45
4	5	3	5	7	4	9	5	5	7	1	51
5	8	3	14	9	4	3	3	2	4	12	62
V	31	31	40	45	18	41	28	23	41	34	332

3. Cu ajutorul acestor date se calculează scăzătorul și sumele patratelor abaterilor, după cum urmează:

a) $Scăzătorul = \frac{(\Sigma x)^2}{n.v} = \frac{332^2}{5 \times 10} = 2204$

b) $SP_{total} = \sum x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n.v} = (9^2+2^2+\cdots+8^2) - \frac{332^2}{50} = 489$

c) $SP_{blocuri} = \frac{\Sigma B^2}{v} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.v} = \frac{92^2+82^2+\ldots+62^2}{10} - \frac{332^2}{50} = 161$

d) $SP_{coloane} = \frac{\Sigma L^2}{v} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.v} = \frac{68^2+73^2+\ldots+64^2}{10} - \frac{332^2}{50} = 21$

e) $SP_{variante} = \frac{\Sigma V^2}{n} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.v} = \frac{31^2+31^2+\ldots+34^2}{5} - \frac{332^2}{50} = 136$

4. Se stabilește numărul gradelor de libertate pentru fiecare sursă de variabilitate, cu ajutorul acelorași formule folosite și la așezarea în patrat latin.

$GL_T = N-1 = n.v-1 = 5 \times 10-1 = 49$
$GL_B = b-1 = 5-1 = 4$
$GL_L = l-1 = 5-1 = 4$
$GL_V = v-1 = 10-1 = 9$
$GL_E = GL_T-(GL_B+GL_L+GL_V) = 49-(4+4+9) = 32$

5. Se alcătuiește tabelul analizei variației folosind datele calculate anterior (tabelul 9.13).

Tabelul 9.13

III. Analiza variației la experiența așezată în dreptunghi latin

Cauza variabilității	*SP*	*GL*	s^2 (SP/GL)	Proba *F*
Totală	489	49		
Blocuri	161	4		
Coloane	21	4	5,25	
Variante	136	9	15,10*	$F=\frac{15,10}{5,34}=2,82$ (2,21; 3,07)
Eroare	171	32	5,34	

Se observă că, așa cum se întîmplă adeseori la așezarea în dreptunghi latin, coloanele fiind foarte neomogene, aportul lor la variabilitatea experienței este redus, varianța coloanelor fiind la nivelul variației erorii. În acest caz și eficacitatea așezării în dreptunghi latin este foarte mică.

Prin raportarea variației variantelor la varianța erorii aflăm valoarea $F=2,82$ care depășește valoarea *F* 5% din tabelul anexă 5 corespunzătoare la 9 și 32 *GL*. Există deci o probabilitate mai mică de 5% ca deosebirile între variante să fie datorate numai întîmplării.

6. Se calculează producția medie a fiecărei variante împărțind sumele *V* pentru fiecare variantă la numărul repetițiilor (5) și adunînd cele 30 q scăzute la începutul calculelor.

7. În experiența noastră urmărindu-se compararea liniilor experimentale cu soiul martor 10, se vor calcula diferențele numai față de producția acestui soi martor. Fiind vorba numai de comparații planificate de la executarea experienței, stabilirea semnificației diferențelor se va face cu ajutorul diferențelor limită.

Se calculează întîi eroarea diferențelor:

$$s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2s_E^2}{n}}=\sqrt{\frac{2\times 5,34}{5}}=1,46$$

Înmulțind această eroare cu valorile *t* din tabelul anexă 6 corespunzătoare celor 32 *GL* ale erorii, obținem diferențele limită:

$DL\ 5\%=t_{5\%}\cdot s_{\bar{d}}=2,04\times 1,46=2,97$ q/ha
$DL\ 1\%=t_{1\%}\cdot s_{\bar{d}}=2,75\times 1,46=4,01$ q/ha

Semnificația diferențelor de producție față de varianta martor se stabilește prin compararea cu aceste *DL* (tabelul 9.14).

Tabelul 9.14

IV. Sinteza rezultatelor experienței așezate în dreptunghi latin

Varianta	Producția q/ha	Producția relativă %	Diferența q/ha	Semnificația diferențelor
4	39,0	105,9	2,2	
6	38,2	103,8	1,4	
9	38,2	103,8	1,4	
3	38,0	103,2	1,2	
10(Mt)	36,8	100,0	Mt	
1	36,2	98,3	−0,6	
2	36,2	98,3	−0,6	
7	35,6	96,7	−1,2	
8	34,6	94,0	−2,2	
5	33,6	91,3	−3,2	0

DL5% = 2,97q/ha

Din analiza rezultatelor reiese că experiența nu a fost suficient de precisă pentru a putea discerne dacă sporurile mici date de variantele 4, 6, 9 și 3 sînt reale sau întîmplătoare. Se poate însă afirma cu destulă siguranță că varianta 5 a fost inferioară martorului.

Dacă, pentru interpretarea rezultatelor sînt necesare și alte comparații între variantele experimentale, se va folosi metoda comparațiilor multiple a lui Duncan, procedînd în felul indicat la experiența așezată în patrat latin (Exemplul 9.3.1 pct. 8).

9.5. VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR AȘEZATE ÎN GRILAJE

La experiențele cu un număr mare de variante, repetițiile (blocurile complete) devin prea mari și, în consecință, prea neuniforme. Aceasta face să crească variabilitatea necontrolată în interiorul blocurilor și să scadă deci sensibilitatea experienței.

În acest caz devine recomandabil ca, folosind așezările în grilaje, variantele să fie grupate în blocuri mici incomplete, în interiorul cărora să se poată realiza un grad mai ridicat de uniformitate. În acest fel se pot prinde în cifre și elimina din cadrul erorilor, printr-o valorificare adecvată, nu numai diferențele dintre repetiții, ci și diferențele între blocurile incomplete (iar la grilajele patrate și între coloanele incomplete). Este ușor de înțeles că, separarea fluctuației datorite diferențelor de fertilitate între blocurile incomplete necesită un calcul mai complicat, deoarece totalurile acestor blocuri, cuprinzînd fiecare variante diferite, nu sînt direct comparabile.

Scanned with OKEN Scanner

O altă caracteristică a valorificării experienţelor aşezate în blocuri incomplete este necesitatea corectării producţiilor variantelor. La toate celelalte aşezări prezentate pînă acum, variantele, întîlnindu-se în fiecare din blocurile complete, pot fi direct comparate, fără ca aceste comparaţii să fie influenţate de diferenţele între blocuri. La aşezările în grilaj însă, fiecare pereche de variante se întîlneşte o singură dată în acelaşi bloc, în restul repetiţiilor intrînd în blocuri incomplete diferite. Aceasta înseamnă că diferenţa observată între două variante va fi rezultatul, nu numai al capacităţii lor diferite de producţie, ci şi al diferenţelor de fertilitate între blocurile diferite la care se găsesc variantele respective.

Valorificarea experienţelor aşezate în grilaj trebuie să asigure deci corectarea producţiilor variantelor, în funcţie de efectul fertilităţii diferite a blocurilor. Dacă, în unele cazuri, această corectare duce la ştergerea diferenţelor între variante, aceasta nu înseamnă decît că diferenţele observate s-au datorat nu tratamentelor experimentate, ci deosebirilor de fertilitate între blocurile incomplete. Dacă însă aceste deosebiri nu sînt statistic importante, corecţiile devin în mod automat egale cu zero şi valorificarea devine echivalentă cu cea a experienţelor aşezate în blocuri randomizate.

În concluzie se poate spune că valorificarea experienţelor aşezate în grilaje necesită calcule suplimentare mai dificile, a căror executare este însă, în majoritatea cazurilor, justificată de cîştigul în precizia rezultatelor experimentale.

I. VALORIFICAREA GRILAJELOR BALANSATE CU 9, 16, 25, 49, 64, ŞI 81 VARIANTE CU (K+1) REPETIŢII

Exemplul 9.5.1. Vom exemplifica modul de valorificare a grilajelor balansate la o experienţă cu 9 soiuri de grîu aşezată în grilaj balansat 3×3 cu 4 repetiţii.

Producţiile, în chintale la hectar, micşorate cu 25 q sînt prezentate în tabelul 9.15 după aşezarea din cîmp. Ca şi la celelalte tabele, numărul curent al fiecărei parcele este aşezat în partea din stînga sus, numărul variantei în partea dreaptă sus, iar producţia în mijlocul fiecărui pătrăţel.

$$\Sigma x = 208{,}10$$
$$\bar{x} = 5{,}78056$$

1. Se calculează în tabelul 9.15:

a) sumele producţiilor pe blocuri (B).
b) sumele producţiilor pe repetiţii (R).
c) producţia totală (Σx).

2. Se alcătuieşte tabelul sumelor variantelor (tabelul 9.16) în care se calculează:

a) sumele producţiilor pentru fiecare variantă (V).

De exemplu, pentru varianta 1 : $V_1 = 0{,}9 + 4{,}2 + 3{,}2 + 6{,}6 = 14{,}9$

b) sumele producţiilor tuturor blocurilor în care apare fiecare variantă (B_V).

De exemplu, pentru varianta 4, $B_V = 19{,}7 + 15{,}9 + 22{,}7 + 26{,}7 = 85{,}0$

Tabelul 9.15

I. Producțiile experienței așezate în grilaj balansat 3×3

Blocul	Repetiția I			B
(1)	1 1 0,9	2 2 1,3	3 3 2,2	4,4
(2)	4 4 7,3	5 5 1,7	6 6 10,7	19,7
(3)	7 7 0,5	8 8 0,8	9 9 7,4	8,7
				$R_1=32,8$
Blocul	**Repetiția II**			**B**
(4)	10 1 4,2	11 4 10,2	12 7 1,5	15,9
(5)	13 2 3,6	14 5 5,2	15 8 3,9	12,7
(6)	16 3 5,8	17 6 8,9	18 9 6,8	21,5
				$R_2=50,1$
Blocul	**Repetiția III**			**B**
(7)	19 1 3,2	20 8 1,5	21 6 8,5	13,2
(8)	22 4 13,5	23 2 3,0	24 9 6,2	22,7
(9)	25 7 6,4	26 5 8,3	27 3 8,8	23,5
				$R_3=59,4$
Blocul	**Repetiția IV**			**B**
(10)	28 1 6,6	29 5 7,5	30 9 5,4	19,5
(11)	31 7 6,3	32 2 2,3	33 6 11,0	19,6
(12)	34 4 12,4	35 8 7,1	36 3 7,2	26,7
				$R_4=65,8$

Scanned with OKEN Scanner

Ca verificare suma valorilor B_V trebuie să fie egală cu de k ori totalul valorilor V, adică:

$$B_V = k \cdot \Sigma x$$

c) Valorile W după formula:

$$W = kV - (k+1)\ B_V + \Sigma x$$

De exemplu, pentru varianta 4, $W = (3 \times 43{,}4) - (4 \times 85{,}0) + 208{,}1 = -1{,}7$
Ca verificare, suma valorilor W trebuie să fie egală cu zero.

Tabelul 9.16

II. Tabelul sumelor variantelor

Varianta	V	B_V	W	$\frac{1}{3}W$	V' (corectat)
1	14,9	53,0	+40,8	+1,8	16,7
2	10,2	59,4	+ 1,1	+0,1	10,3
3	24,0	76,1	−24,3	−1,1	22,9
4	43,4	85,0	− 1,7	−0,1	43,3
5	22,7	75,4	−25,4	−1,1	21,6
6	39,1	74,0	+29,4	+1,3	40,4
7	14,7	67,7	−18,6	−0,8	13,9
8	13,3	61,3	+ 2,8	+0,1	13,4
9	25,8	72,4	− 4,1	−0,2	25,6
Suma	208,1	624,3	0	0	208,1

Ultimele coloane din tabel, a valorilor de corecție și a sumelor corectate ale producțiilor variantelor (V') se calculează și se adaugă ulterior în tabel.

3. Valorile W sînt o măsură a fluctuației provocate de diferențele de fertilitate între blocurile incomplete și de aceea ele servesc la calcularea SP_B:

$$SP_B = \frac{\Sigma W^2}{k^3(k+1)} = \frac{40{,}8^2 + \ldots + 4{,}1^2}{27 \times 4} = 38{,}33$$

4. Restul SP necesare pentru analiza variației se calculează ca și la celelalte așezări:

a) $\text{Scăzătorul} = \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{208{,}10^2}{36} = 1\,202{,}93$

b) $SP_T = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = (0{,}9^2 + \cdots + 7{,}2^2) - 1\,202{,}93 = 421{,}64$

c) $SP_R = \frac{\Sigma R^2}{v} - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{32{,}8^2 + \ldots + 65{,}8^2}{9} - 1\,202{,}93 = 68{,}61$

d) $SP_{V(\text{necorectată})} = \frac{\Sigma V^2}{n} - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{14{,}9^2 + \ldots + 25{,}8^2}{4} - 1\,202{,}93 = 269{,}15$

e) $SP_E = SP_T - (SP_R + SP_V + SP_B) = 421{,}64 - (68{,}61 + 269{,}15 + 38{,}33) = 45{,}55$

Scanned with OKEN Scanner

5. Se calculează numărul GL cu ajutorul unor formule derivate din cele generale, cunoscînd că $n=k+1$ și $v=k^2$

$GL_T=N-1=k^3+k^2-1=35$
$GL_R=n-1=k=3$
$GL_B=b-n=k^2-1=8$
$GL_V=v-1=k^2-1=8$
$GL_E=GL_T-(GL_R+GL_B+GL_V)=(k\text{-}1)\ (k^2-1)=16$

6. Se alcătuiește tabelul analizei variantei folosind datele calculate anterior (tabelul 9.17).

Tabelul 9.17

III. Analiza variantei pentru experiența în grilaj balansat 3×3

Cauza variabilității	*SP*	*GL*	s^2	Proba *F*
Totală	421,64	35		
Repetiții	68,61	3		
Blocuri	38,33	8	$4,79=s^2_B$	
Variante necorectate	269,15			
Variante corectate	274,85	8	$34,36=s^2_{V'}$	$F=\frac{34,36}{3,23}=10,64(2,59)$
Eroare	45,55	16	$2,85=s^2_E$ $3,23=s^2_{Ef}$	

7. Pentru corectarea producțiilor variantelor în scopul eliminării influenței blocurilor se folosește mărimea y care se calculează după formula:

$$y=\frac{s^2_B-s^2_E}{k^2 s^2_B}=\frac{4,79-2,85}{9\times 4,79}=0,04500$$

Dacă varianța blocurilor este egală sau mai mică decît varianța erorii, înseamnă că efectul blocurilor incomplete nu depășește limitele erorii. În acest caz y se consideră egal cu zero, deci producțiile variantelor nu mai trebuie corectate.

Cunoscînd pe y se calculează produsele $y\cdot W$ care se trec în tabelul 9.16.

Sumele corectate ale fiecărei variante se calculează după formula:

$$V'=V+y\,W$$

De exemplu:

$$V'_1=V_1+y\,W_1=14,9+1,8=16,7$$

Sumele corectate se înscriu în ultima coloană a tabelului 9.16.

Scanned with OKEN Scanner

8. Se calculează varianța variantelor corectată prin eliminarea influenței blocurilor incomplete, astfel:

$$SP_{V'\,(corectată)} = \frac{16{,}7^2 + \ldots + 25{,}6^2}{4} - 1\,202{,}93 = 274{,}85$$

$$s^2_{V'} = \frac{SP_{V'}}{GL_V} = \frac{274{,}85}{8} = 34{,}36$$

9. Varianța erorii trebuie și ea corectată pentru a ține seama de fluctuația întîmplătoare introdusă prin valorile de corecție. Se va calcula deci varianța efectivă a erorii s^2_{Ef} după formula:

$$s^2_{Ef} = s^2_E (1 + k \cdot y) = 2{,}85\ (1 + 3 \times 0{,}04500) = 3{,}23$$

10. Proba F nu a putut fi aplicată direct din cauză că varianța variantelor (necorectată) era încărcată de efectul blocurilor incomplete. Prin corectarea producțiilor variantelor se introduce însă o eroare suplimentară care trebuie luată în considerație la testele de semnificație. De aceea, la așezările în grilaje proba F se face prin raportarea variației variantelor corectate la varianța efectivă a erorii

$$F = \frac{s^2_{V'}}{s^2_{Ef}} = \frac{34{,}36}{3{,}23} = 10{,}64$$

Valoarea F obținută este mai mare decît valoarea $F_5{}^0/_0$ din tabelul anexă 5, corespunzătoare la cele 8 GL ale variantelor și 16 GL ale erorii (2,59). Aceasta ne arată că între variante există diferențe care depășesc granițele întîmplării.

11. Producțiile la hectar ale fiecărei variante se obțin divizînd sumele corectate din tabelul 9.16 prin numărul repetițiilor și adăugînd, dacă este cazul, cîtimea arbitrară (în cazul nostru 25 q) scăzută la început pentru ușurarea calculelor (tabelul 9.18).

De exemplu pentru varianta 1 avem $\frac{16{,}7}{4} + 25 = 29{,}17$ q/ha

12. Pentru stabilirea semnificației diferențelor individuale față de un martor se folosește metoda diferențelor limită. Pentru aceasta se calculează întîi eroarea diferențelor, pornind de la varianța efectivă a erorii:

$$s_d = \sqrt{\frac{2s^2_{Ef}}{n}} = \sqrt{\frac{2 \times 3{,}23}{4}} = 1{,}27$$

Diferențele limită se calculează în mod obișnuit ($DL = t \cdot s_d$) folosind valorile t din tabelul anexă 6 corespunzătoare celor 16 GL ale erorii:

$DL\ 5{}^0/_0 = 2{,}12 \times 1{,}27 = 2{,}69$ q/ha

$DL\ 1{}^0/_0 = 2{,}92 \times 1{,}27 = 3{,}71$ q/ha

Scanned with OKEN Scanner

Exprimarea *DL* în valori relative se face prin raportarea lor la producția variantei martor (în cazul nostru varianta 9)

$$DL\ 5\% = \frac{2{,}69 \times 100}{31{,}4} = 8{,}57\%$$

Tabelul 9.18

IV. Sinteza rezultatelor la experiența așezată în grilaj balansat

Varianta	Producția q/ha	Producția relativă	Semnificația diferenței față de martor
4	35,80	114,01	**
6	35,10	111,78	*
9(Martor)	31,40	100,00	
3	30,70	97,77	
5	30,40	96,82	
1	29,20	93,00	
7	28,50	90,76	
8	28,30	90,13	0
2	27,60	87,90	0

$DL\ 5\% = 2{,}69$ q/ha $= 8{,}57\%$.
$DL\ 1\% = 3{,}71$ q/ha $= 11{,}81\%$.

Prin compararea diferențelor experimentale cu diferențele limită, reiese că varianta 4 a prezentat o superioritate distinct semnificativă, iar varianta 6 o superioritate semnificativă față de martor, în timp ce variantele 8 și 2 au fost semnificativ inferioare martorului.

Numărul variantelor la așezările în grilaje fiind mare, eroarea făcută prin aplicarea diferențelor limită la aprecierea semnificației *tuturor* diferențelor între variante, este considerabilă. De aceea, dacă este necesar să facem și alte comparații în afara celor cu varianta martor, vom stabili semnificația acestora prin testul Duncan.

II. VALORIFICAREA GRILAJELOR PATRATE CU 16 ȘI 64 VARIANTE CU $(k+1)$ REPETIȚII

La grilajele patrate așezarea parcelelor este astfel făcută încît este posibil să se prindă în cifre și să se elimine din cadrul erorilor nu numai diferențele între blocurile incomplete, ci și între coloanele incomplete. Valorificarea, în principiu asemănătoare celei a grilajelor balansate, se complică prin calcularea *SP* și pentru coloane și prin corectarea producțiilor în funcție atît de efectul diferențelor între blocuri, cît și între coloane.

Exemplul 9.5.2. Vom exemplifica valorificarea grilajelor patrate cu $(k+1)$ repetiții la o experiență cu 16 soiuri de ovăz ($v=16$) așezată în grilaj patrat 4×4 ($k=4$) în 5 repetiții ($n=5$) (după M u d r a 1952).

Producțiile în q/ha, reduse cu 24 q sînt prezentate în tabelul 9.19, conform așezării din cîmp.

Tabelul 9.19

1. Producțiile experienței în grilaj patrat 4×4 aranjate după așezarea în cîmp (micșorate cu 24 q)

Repetiția I

Blocul \ Coloana	(1)	(2)	(3)	(4)	*B*
(1)	1 7,9	2 15,2	3 8,0	4 8,8	39,9
(2)	6 6,3	5 13,4	8 9,0	7 6,5	35,2
(3)	11 1,2	12 9,3	9 5,5	10 3,0	19,0
(4)	16 4,2	15 8,0	14 2,0	13 5,3	19,5
L	19,6	45,9	24,5	23,6	113,6 = R_1

Repetiția II

Blocul \ Coloana	(5)	(6)	(7)	(8)	*B*
(5)	1 2,1	5 6,8	9 4,6	13 4,9	18,4
(6)	2 10,7	6 5,1	10 6,5	14 10,9	33,2
(7)	3 7,5	7 5,6	11 6,8	15 7,9	27,8
(8)	4 6,5	8 6,6	12 7,4	16 8,2	28,7
L	26,8	24,1	25,3	31,9	108,1 = R_2

Repetiția III

Blocul \ Coloana	(9)	(10)	(11)	(12)	*B*
(9)	1 5,5	11 6,0	16 7,2	6 0,2	18,9
(10)	12 10,2	2 13,1	5 12,9	15 8,7	44,9
(11)	14 9,0	8 6,9	3 6,0	9 6,2	28,1
(12)	7 5,3	13 12,8	10 6,8	4 5,8	30,7
L	30,0	38,8	32,9	20,9	122,6 = R_3

Repetiția IV

Coloana / Blocul	(13)	(14)	(15)	(16)	B
(13)	1 4,2	7 6,0	12 10,3	14 9,3	29,8
(14)	8 9,0	2 9,5	13 13,0	11 7,0	38,5
(15)	10 7,0	16 11,0	3 13,6	8 14,0	45,6
(16)	15 6,4	9 6,6	6 6,9	4 6,6	26,5
L	26,6	33,1	43,8	36,9	$140,4 = R_4$

Repetiția V

Coloana / Blocul	(17)	(18)	(19)	(20)	B
(17)	1 8,8	10 0,8	15 12,6	8 11,6	33,8
(18)	9 3,6	2 6,0	7 3,3	16 4,0	16,9
(19)	13 7,7	6 5,3	3 5,0	12 7,5	25,5
(20)	5 7,1	14 8,4	11 5,6	4 6,7	27,8
L	27,2	20,5	26,5	29,8	$104,0 = R_5$

$\sum x = 588,7$

1. Se calculează în tabelul 9.19:
— sumele producțiilor pe blocuri (B);
— sumele producțiilor pe coloane (L);
— sumele producțiilor pe repetiții (R) și
— producția totală a experienței ($\sum x$).

2. Se alcătuiește tabelul sumelor variantelor (tabelul 9.20) în care se calculează:

a) Sumele producțiilor pentru fiecare variantă (V)

b) Sumele producțiilor tuturor blocurilor în care apare varianta respectivă (B_V).

De exemplu, varianta 2 găsindu-se în blocurile 1, 6, 10, 14 și 18, pentru calcularea lui B_V se adună producțiile blocurilor respective:

$$B_V = 39,9 + 33,2 + 44,9 + 38,5 + 16,9 = 173,4$$

c) Sumele producțiilor tuturor coloanelor în care se găsește varianta respectivă (L_V)

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 9.20

II. Calcularea abaterilor datorite blocurilor și coloanelor la grilajul patrat 4×4

Varianta	V	B_V	L_V	A	H	Y	K	M
1	28,5	140,8	130,2	+10,6	− 1,3	+ 9,3	+41,1	+ 51,7
2	54,5	173,4	165,1	+ 8,3	− 60,3	− 52,0	−27,1	− 18,8
3	40,1	166,9	154,5	+12,4	− 85,4	− 73,0	−35,8	− 23,4
4	34,4	153,6	138,0	+15,6	− 41,7	− 26,1	+20,7	+ 36,3
5	54,2	171,9	167,0	+ 4,9	− 54,0	− 49,1	−34,4	− 29,5
6	23,8	139,3	128,9	+10,4	− 12,6	− 2,2	+29,0	+ 39,4
7	26,7	140,4	137,3	+ 3,1	− 6,5	− 3,4	+ 5,9	+ 9,0
8	43,1	164,3	143,8	+20,5	− 60,4	− 39,9	+21,6	+ 42,1
9	26,5	108,9	131,0	−22,1	+150,2	+128,1	+61,8	+ 39,7
10	24,1	162,3	128,9	+33,4	−126,4	− 93,0	+ 7,2	+ 40,6
11	26,6	132,0	147,1	−15,1	+ 35,1	+ 20,0	−25,3	− 40,4
12	44,7	147,9	174,8	−26,9	+ 28,0	+ 1,1	−79,6	−106,5
13	43,7	132,6	165,3	−32,7	+100,5	+ 67,8	−30,3	− 63,0
14	39,6	138,4	143,8	− 5,4	+ 55,1	+ 49,7	+33,5	+ 28,1
15	43,6	152,5	151,8	+ 0,7	+ 0,6	+ 1,3	+ 3,4	+ 4,1
16	34,6	129,6	147,3	−17,7	+ 79,1	+ 61,4	+ 8,3	− 9,4
Suma	588,7 $=\Sigma x$	2 354,8 $=k.\Sigma x$	2 354,8 $=k.\Sigma x$	0	0	0	0	0

De exemplu varianta 2 găsindu-se în coloanele 2, 5, 10, 14 și 18, pentru calcularea lui L_V al variantei 2, se vor aduna producțiile coloanelor respective:

$$L_V = 45,9 + 26,8 + 38,8 + 33,1 + 20,5 = 165,1$$

d) $A = B_V - L_V$

De exemplu pentru varianta 2:

$$A = 173,4 - 165,1 = +8,3$$

e) $H = kV - (k+1)\,B_V + \Sigma x$

De exemplu pentru varianta 2:

$$H = 4 \times 54,5 - (4+1) \times 173,4 + 588,7 = -60,3$$

Valoarea H este similară valorii W de la valorificarea grilajelor balansate.

f) $Y = A + H$

Scanned with OKEN Scanner

În exemplul nostru, pentru varianta 2:

$$Y = +8{,}3 - 60{,}3 = -52{,}0$$

g) $K = Y + (k-1)\,A$

Pentru varianta 2, de exemplu:

$$K = -52{,}0 + (4-1) \times 8{,}3 = -27{,}1$$

h) $M = A + K$

Pentru varianta 2:

$$M = +8{,}3 - 27{,}1 = -18{,}8$$

Valorile H, Y, K și M sînt măsuri ale abaterii datorite blocurilor sau coloanelor. De aceea sumele lor sînt întotdeauna egale cu zero.

3. Influența diferențelor de fertilitate între blocurile și coloanele incomplete se exprimă cu ajutorul următoarelor SP:

a) SP pentru blocuri corectată prin eliminarea numai a influenței variantelor:

$$SP_B = \frac{\Sigma H^2}{k^3(k+1)} = \frac{(1{,}3^2 + \ldots + 79{,}1^2)}{64 \times 5} = 248{,}07$$

b) SP pentru blocuri corectate prin eliminarea influenței variantelor și coloanelor:

$$SP_{B'} = \frac{\Sigma Y^2}{k^3(k-1)} = \frac{(9{,}3^2 + \ldots + 61{,}4^2)}{64 \times 3} = 255{,}82$$

c) SP pentru coloane corectată prin eliminarea numai a influenței variantelor:

$$SP_L = \frac{\Sigma M^2}{k^3(k+1)} = \frac{(51{,}7^2 + \ldots + 9{,}4^2)}{64 \times 5} = 94{,}48$$

d) SP pentru coloane corectată prin eliminarea influenței atît a variantelor cît și a blocurilor:

$$SP_{L'} = \frac{\Sigma K^2}{k^3(k-1)} = \frac{(41{,}1^2 + \ldots + 8{,}3^2)}{64 \times 3} = 102{,}23$$

Influența variabilității, din interiorul repetițiilor, controlate cu ajutorul blocurilor și coloanelor incomplete, va fi exprimată de una din sumele $SP_B + SP_{L'}$, sau $SP_{B'} + SP_L$. Aceste sume trebuie să fie egale ($SP_B + SP_{L'} = SP_{E'} + SP_L$) și la calcularea SP_E se scade din SP_T numai una dintre ele. Cu toate acestea se recomandă să se calculeze toate cele patru SP pentru a avea o cheie de verificare a calculelor. De exemplu: $248{,}07 + 102{,}23 = 255{,}82 + 94{,}48$ deci calculele au fost corecte.

4. Se calculează restul SP în mod obișnuit:

a) $Scăzătorul = \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{588,7^2}{80} = 4332,07$

b) $SP_T = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = (7,9^2 + 15,2^2 + \ldots + 6,7^2) - 4332,07 = 773,64$

c) $SP_R = \frac{\Sigma R^2}{v} - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{113,6^2 + \ldots + 104,0^2}{16} - 4332,07 = 52,27$

d) $SP_{V(necorectată)} = \frac{\Sigma V^2}{n} - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{28,5^2 + \ldots + 34,6^2}{5} - 4332,07 = 310,56$

e) $SP_E = SP_T - (SP_R + SP_V + SP_B + SP_{L'}) =$
$= 773,64 - (52,27 + 310,56 + 248,07 + 102,23) = 60,51$

sau

$SP_E = SP_T - (SP_R + SP_V + SP_{B'} + SP_L) =$
$= 773,64 - (52,27 + 310,56 + 255,82 + 94,48) = 60,51$

5. Se stabilește numărul GL cu ajutorul unor formule derivate din formulele generale:

$GL_T = N - 1 = k^3 + k^2 - 1 = 79$
$GL_R = n - 1 = k = 4$
$GL_V = v - 1 = k^2 - 1 = 15$
$GL_B = k^2 - 1 = 15$
$GL_L = k^2 - 1 = 15$
$GL_E = GL_T - (GL_R + GL_V + GL_B + GL_L) = (k^2 - 1)(k - 2) = 30$

6. Se alcătuiește tabelul analizei variației, folosind rezultatele calculelor efectuate (tabelul 9.21).

Tabelul 9.21

III. Analiza variației la experiența în grilaj patrat 4×4

Cauza variabilității		SP	GL	s^2	Proba F
Totală		773,64	79		
Repetiții		52,27	4		
Blocuri	necorectat B	248,07			
	corectat B'	(255,82)	15	$17,05 = s^2_{B'}$	
Coloane	necorectat L	(94,48)			
	corectat L'	102,23	15	$6,82 = s^2_{L'}$	
Variante	necorectat V	310,56			
	corectat V'	263,40	15	$17,60 = s^2_{V'}$	$F = \frac{17,60}{3,03} = 5,81(2,09)$
Eroare		60,51	30	$2,02 = s^2_E$ $3,03 = s^2_{Ef}$	

7. Pentru corectarea producțiilor variantelor în funcție de diferențele între blocurile și coloanele diferite în care au fost experimentate, se află în primul rînd factorii de corecție cu ajutorul formulelor:

$$y_B = \frac{\left(s^2_{B'} - s^2_E\right)\left(ks^2_{L'} - s^2_E\right)}{(k-1)\left[k^2 \cdot s^2_{B'} \cdot s^2_{L'} - \left(s^2_E\right)^2\right]} = \frac{(17{,}05-2{,}02)\ (4\times 6{,}82-2{,}02)}{(4-1)\ [16\times 17{,}05\times 6{,}82-(2{,}02)^2]} = 0{,}0681$$

$$y_L = \frac{\left(s^2_{L'} - s^2_E\right)\left(k \cdot s^2_{B'} - s^2_E\right)}{(k-1)\left[k^2 \cdot s^2_{B'} \cdot s^2_{L'} - \left(s^2_E\right)^2\right]} = \frac{(6{,}82-2{,}02)\ (4\times 17{,}05-2{,}02)}{(4-1)[16\times 17{,}05\times 6{,}82-(2{,}02)^2]} = 0{,}0570$$

Cu ajutorul acestor factori de corecție se află valorile cu care trebuie corectate producțiile fiecărei variante folosind formula:

$$V' = V + (y_B \cdot H + y_L \cdot M)$$

Astfel de exemplu pentru varianta 1, vom avea:

$$V' = 28{,}5 + [0{,}0681 \times (-1{,}3) + 0{,}0570 \times 51{,}7] = 31{,}4$$

Procedînd în acest fel pentru toate variantele, vom obține sumele corectate ale variantelor din tabelul 9.22.

Tabelul 9.22

IV. Sumele corectate ale variantelor la experiența în grilaj patrat 4×4

1 31,4	2 49,3	3 33,0	4 33,6
5 48,8	6 25,2	7 26,8	8 41,4
9 39,0	10 17,8	11 26,7	12 40,5
13 46,9	14 44,9	15 43,9	16 39,5

$\Sigma x = 588{,}7$

8. Pe baza sumelor corectate ale variantelor, din tabelul 9.22 se calculează varianța corectată a variantelor astfel:

$$SP_{V'} = \frac{\Sigma(V')^2}{n} - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{31{,}4^2 + \cdots + 39{,}5^2}{5} - 4332{,}07 = 263{,}4$$

$$s^2_{V'} = \frac{SP_{V'}}{GL_V} = \frac{263{,}4}{15} = 17{,}60$$

9. Pentru corectarea erorii în funcție de fluctuația întîmplătoare introdusă o dată cu corectarea producțiilor variantelor, se calculează varianța efectivă a erorii din formula:

$$s^2_{Ef} = s^2_E\,[1 + k\,(y_B + y_L)] = 2{,}02\,[1 + 4\,(0{,}0681 + 0{,}0570)] = 3{,}03$$

10. Proba F se execută prin raportarea varianței variantelor corectate prin eliminarea efectului blocurilor și coloanelor incomplete ($s^2_{V'}$) la varianța efec-

tivă a erorii (s^2_{Ef}) care a fost calculată ținînd seama de corecțiile făcute variantelor.

$$F = \frac{s^2_V}{s^2_{Ef}} = \frac{17,60}{3,03} = 5,81; \quad (2,09)$$

Valoarea F obținută fiind mai mare decît valoarea din tabelul anexă 5 corespunzătoare la cele 15 GL ale variantelor și 30 GL ale erorii (2,09) înseamnă că există între variante deosebiri care depășesc granițele întîmplării.

11. Producțiile la hectar corectate se află împărțind sumele corectate din tabelul 9.22 prin numărul repetițiilor și adăugînd mărimea care a fost scăzută la început, pentru a ușura calculele.

De exemplu pentru varianta 1 producția va fi: $\frac{31,4}{5} + 24 = 30,3$ q/ha.

12. Pentru stabilirea semnificației diferențelor față de o variantă martor (în cazul nostru soiul 1) se vor calcula diferențele limită.

Pentru aceasta se calculează întîi eroarea diferențelor din varianța efectivă a erorii:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s^2_{Ef}}{n}} = \sqrt{\frac{2 \times 3,03}{5}} = 1,10$$

Diferențele limită se calculează prin înmulțirea cu valorile t din tabelul anexă 6 corespunzătoare la cele 30 GL ale erorii.

$DL\ 5\% = 2,04 \times 1,10 = 2,24$ q $\quad \frac{2,24 \times 100}{30,3} = 7,3\%$

$DL\ 1\% = 2,75 \times 1,10 = 3,03$ q $\quad \frac{3,03 \times 100}{30,3} = 10,0\%$

Rezultatele experienței pot fi sintetizate într-un tabel asemănător tabelului 9.23.

Tabelul 9.23

V. Sinteza rezultatelor experienței în grilaj patrat 4×4

Varianta	Producția q/ha	Producția relativă %	Semnificația față de martor	Varianta	Producția q/ha	Producția relativă	Semnificația față de martor
2	33,9	111,8	**	4	30,7	101,3	
5	33,8	111,5	**	3	30,6	100,9	
13	33,4	110,2	**	1(Mt)	30,3	100,0	
14	33,0	108,8	*	7	29,4	97,0	
15	32,8	108,2	*	11	29,3	96,7	
8	32,3	106,6		6	29,0	95,7	
12	32,1	105,9		10	27,6	91,0	0
16	31,9	105,2		*DL* 5%	2,24	7,3	
9	31,8	104,9		*DL* 1%	3,03	10,0	

Se poate afirma deci, cu numai 1% șanse de a greși, că variantele 2,5 și 13 au fost superioare martorului și, cu o probabilitate de 5% de a greși, că variantele 14 și 15 au fost superioare, iar varianta 10 inferioară martorului.

13. Pentru a stabili semnificația și a altor diferențe neplanificate de la începutul experienței, aplicarea diferențelor limită este statistic incorectă. În acest caz se vor compara diferențele experimentale cu diferențele semnificative calculate după metoda comparațiilor multiple, prin înmulțirea $s_{\bar{x}}$ cu valorile din tabelul anexă 8, corespunzătoare la 30 *GL* ale erorii și la distanța în clasificare între variantele comparate.

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2_{Ef}}{n}} = \sqrt{\frac{3,03}{5}} = 0,77$$

De exemplu, pentru stabilirea semnificației diferenței între variantele 14 și 4 (33,0—30,7=2,3 q) vom calcula *DS* 5% înmulțind $s_{\bar{x}}=0,77$ cu valoarea din tabelul anexă 8, corespunzătoare la 30 *GL* și $n=7$, deoarece distanța în clasificare între variantele comparate (numărînd și locurile ocupate de variantele respective) este de 7.

$$DS\ 5\% = 0,77 \times 3,29 = 2,53\ \text{q}$$

Diferența observată fiind mai mică decît *DS* 5% se poate conchide că între variantele 14 și 4 nu există o deosebire semnificativă.

III. VALORIFICAREA GRILAJELOR PATRATE CU 25, 49, 81,121 ȘI 169 VARIANTE ÎN (*k*+1)/2 REPETIȚII

La grilajele cu (*k*+1)/2 repetiții nu mai este posibil să se calculeze o singură corecție pentru toate blocurile în care intră fiecare din tratamente, ci este necesar să se calculeze cîte o valoare de corecție pentru fiecare bloc și coloană în parte. Cu alte cuvinte, în loc să se stabilească valorile de corecție direct pentru fiecare din variante, ele se stabilesc pentru fiecare bloc și fiecare coloană, iar apoi se aplică producțiilor fiecărei variante corecțiile corespunzătoare blocurilor și coloanelor în care intră varianta respectivă.

Exemplul 9.5.3. Vom exemplifica modul de valorificare al grilajelor patrate cu (*k*+1)/2 repetiții, la o experiență cu 25 soiuri și hibrizi dubli de porumb ($v=25$) așezată în grilaj patrat 5×5 ($k=5$) cu 3 repetiții ($n=3$).

Producțiile, calculate în chintale la hectar și micșorate cu 30 q pentru a ușura calculele, sînt prezentate în tabelul 9.24, potrivit așezării din cîmp. Numărul curent al fiecărei parcele este așezat în partea din stînga sus a patratelor, numărul variantei este așezat în partea din dreapta sus, iar producția la hectar, micșorată, a parcelei respective este înscrisă în centrul patratului.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 9.24

I. Producțiile experienței în grilaj patrat 5 × 5 aranjate conform așezării în cîmp

Repetiția I

Coloana / Blocul	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	B
(1)	1 1 11,9	2 2 17,3	3 3 15,9	4 4 14,4	5 5 15,7	75,2
(2)	6 6 16,9	7 7 19,6	8 8 21,9	9 9 17,8	10 10 16,4	92,3
(3)	11 11 3,1	12 12 19,2	13 13 19,2	14 14 20,0	15 15 16,6	78,4
(4)	16 16 15,5	17 17 16,4	18 18 17,9	19 19 20,4	20 20 14,9	85,1
(5)	21 21 15,9	22 22 10,1	23 23 16,4	24 24 12,4	25 25 −3,9	50,9
L	63,3	82,6	91,0	85,0	59,7	$381,6 = R_1$

Repetiția II

Coloana / Blocul	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	B
(6)	26 1 7,8	27 10 11,1	28 14 19,5	29 18 10,4	30 22 18,8	67,6
(7)	31 23 23,0	32 2 16,0	33 6 24,4	34 15 18,4	35 19 29,1	110,9
(8)	36 20 16,5	37 24 7,8	38 3 19,7	39 7 20,2	40 11 14,2	78,4
(9)	41 12 20,4	42 16 7,1	43 25 2,2	44 4 14,3	45 8 15,0	59,0
(10)	46 9 14,2	47 13 16,3	48 17 7,4	49 21 13,5	50 5 20,4	71,8
L	81,9	58,3	73,2	76,8	97,5	$387,7 = R_2$

Repetiția III

Coloana / Blocul	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	B
(11)	51 1 9,5	52 8 9,4	53 15 11,7	54 17 11,0	55 24 7,8	49,4
(12)	56 25 2,5	57 2 12,8	58 9 7,6	59 11 0,7	60 18 13,5	37,1
(13)	61 19 20,7	62 21 21,7	63 3 14,0	64 10 11,7	65 12 22,1	90,2
(14)	66 13 18,4	67 20 18,1	68 22 13,8	69 4 20,5	70 6 18,4	89,2
(15)	71 7 15,5	72 14 12,7	73 16 8,1	74 23 15,0	75 5 17,9	69,2
L	66,6	74,7	55,2	58,9	79,7	$335,1 = R_3$

$\Sigma x = 1\ 104,4$

1. Se calculează în tabelul 9.24 următoarele sume:
— suma producțiilor pe blocuri (B);
— suma producțiilor pe coloane (L);
— suma producțiilor fiecărei repetiții (R);
— suma producțiilor tuturor parcelelor ($\sum x$).

2. Se calculează sumele producțiilor fiecărei variante (V) care se trec în tabelul 9.25. De exemplu, pentru varianta 2, $V_2 = 17{,}3 + 16{,}0 + 12{,}8 = 46{,}1$.

Ca verificare, prin însumarea tuturor acestor sume trebuie să obținem suma totală $\sum x$.

Tabelul 9.25

II. Tabelul sumelor variantelor pentru grilajul patrat 5×5

1 29,2	2 46,1	3 49,6	4 49,2	5 54,0
6 59,7	7 55,3	8 46,0	9 39,6	10 39,2
11 18,0	12 61,7	13 53,9	14 52,2	15 46,7
16 30,7	17 34,8	18 41,8	19 70,2	20 49,5
21 51,1	22 42,7	23 54,4	24 28,0	25 0,8

$\Sigma x = 1\,104{,}4$

3. Se întocmește apoi tabelul 9.26 pentru calcularea valorilor H și M necesare pentru stabilirea corecțiilor pe blocuri și coloane. Pentru acest tabel se calculează:

a) V_B = suma producțiilor din toate repetițiile, ale variantelor care se găsesc într-un bloc.

De exemplu, pentru blocul 6, V_B se calculează astfel: se observă din tabelul 9.24 că în alcătuirea acestui bloc intră variantele 1, 10, 14, 18 și 22. Se adună deci sumele din tabelul 9.25 corespunzătoare acestor variante:

$$V_B = 29{,}2 + 39{,}2 + 52{,}2 + 41{,}8 + 42{,}7 = 205{,}1.$$

Pentru a obține mai ușor aceste valori V_B, se poate întocmi un tabel cu așezarea parcelelor în cîmp, asemănător tabelului 9.24, în care se trec, în locul producțiilor fiecărei parcele, totalurile variantelor respective, luate din tabelul 9.25. Calculînd totalurile marginale, vom obține în locul lui B, valorile V_B, iar în locul lui L, valorile V_L. Suma V_B, ca și a V_L, pentru fiecare repetiție, va fi egală cu $\sum x$.

b) $B \cdot n$ = producția fiecărui bloc înmulțită cu numărul repetițiilor. De exemplu, pentru blocul 6 producția (din tabelul 9.24) este 67,6.

$$B \cdot n = 67{,}6 \times 3 = 202{,}8$$

Produsul $B \cdot n$ reprezintă producția ideală ce s-ar fi obținut de la variantele unui bloc incomplet dacă în toate repetițiile ele ar fi găsit exact aceleași condiții ca și în blocul respectiv.

c) $H = V_B - B \cdot n$

Deci H este diferența între producția reală obținută în experiență de la variantele dintr-un bloc și producția ideală ce s-ar fi obținut dacă toate blocurile incomplete ar fi fost identice între ele. H reprezintă așadar abaterile datorite diferențelor de fertilitate a solului între blocurile incomplete. De aceea suma algebrică a H pentru toate blocurile trebuie să fie egală cu zero.

Pentru blocul 6, de exemplu:

$$H = 205{,}1 - 202{,}8 = +2{,}3$$

d) H_n = suma H pentru fiecare repetiție. De exemplu, pentru repetiția I:

$$H_n = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5$$

H_n reprezintă deci abaterea datorită diferențelor între repetiții.

e) V_L = suma producțiilor (din toate repetițiile) ale variantelor care se găsesc într-o coloană (similar cu V_B).

f) $L \cdot n$ = producția fiecărei coloane înmulțită cu numărul repetițiilor (similar cu $B \cdot n$).

g) $M = V_L - L \cdot n$ = abaterea datorită coloanelor (similar cu H).

De exemplu pentru coloana (1):

$$M = (29{,}2 + 59{,}7 + 18{,}0 + 30{,}7 + 51{,}1) - 3 \times 63{,}3 = -1{,}2$$

h) M_n = suma M pentru fiecare repetiție. Reprezentînd aceeași abatere datorită repetițiilor, M_n și H_n trebuie să fie egale.

Coloanele corecțiilor blocurilor și coloanelor ($y_B \cdot H$ și $y_L \cdot M$) se calculează și se adaugă ulterior în tabel.

4. Pe baza valorilor H și M, se calculează sumele patratelor abaterilor pentru blocuri și coloane cu ajutorul formulelor:

$$SP_B = \frac{\Sigma H^2}{k \cdot n(n-1)} - \frac{\Sigma H_n^2}{k^2 \cdot n\,(n-1)} = \frac{2{,}5^2 + \cdots 39{,}0^2}{5 \times 3 \times 2} - \frac{40{,}4^2 + 58{,}7^2 + 99{,}1^2}{25 \times 3 \times 2} = 293{,}26$$

$$SP_L = \frac{\Sigma M^2}{k \cdot n\,(n-1)} - \frac{\Sigma M_n^2}{k^2 \cdot n\,(n-1)} = \frac{1{,}2^2 + \cdots + 6{,}1^2}{5 \times 3 \times 2} - \frac{40{,}4^2 + 58{,}7^2 + 99{,}1^2}{25 \times 3 \times 2} = 205{,}53$$

Se observă că formulele pentru calcularea SP se bazează pe ridicarea la patrat a abaterilor datorate blocurilor sau coloanelor incomplete (H sau M) iar din valoarea obținută se scad sumele patratelor H_n sau M_n pentru a se elimina abaterile datorate repetițiilor.

5. Se calculează restul SP în mod obișnuit:

a) $Scăzătorul = \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{1\,104{,}4^2}{75} = 16\,262{,}62$

b) $SP_T = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = (11{,}9^2 + \cdots + 17{,}9^2) - 16\,262{,}62 = 2\,490{,}54$

c) $SP_R = \frac{\Sigma R^2}{v} - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{381{,}6^2 + 387{,}7^2 + 335{,}1^2}{25} - 16\,262{,}62 = 66{,}25$

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 9.26

III. Tabelul pentru calcularea valorilor H și M în grilajul patrat 5×5

Blocul	V_B	$B \cdot n$	H	$y_B \cdot H$	Co-loana	V_L	$L \cdot n$	M	$y_L \cdot M$
1	228,1	225,6	+ 2,5	+0,2	1	188,7	189,9	− 1,2	−0,1
2	239,8	276,9	−37,1	−2,6	2	240,6	247,8	− 7,2	−0,4
3	232,5	234,3	− 1,8	−0,1	3	245,7	273,0	−27,3	−1,5
4	227,0	255,3	−28,3	−1,9	4	239,2	255,0	−15,8	−0,9
5	177,0	152,7	+24,3	+1,7	5	190,2	179,1	+11,1	+0,6
Suma	1 104,4	1 144,8	$-40,4=H_n$	−2,7	Suma	1 104,4	1 144,8	$-40,4=M_n$	−2,3
6	205,1	202,8	+ 2,3	+0,2	6	234,4	245,7	−11,3	−0,6
7	277,1	332,7	−55,6	−3,8	7	197,9	174,9	+23,0	+1,3
8	200,4	235,2	−34,8	−2,4	8	197,1	219,6	−22,5	−1,3
9	188,4	177,0	+11,4	+0,8	9	244,1	230,4	+13,7	+0,8
10	233,4	215,4	+18,0	+1,2	10	230,9	292,5	−61,6	−3,4
Suma	1 104,4	1 163,1	$-58,7=H_n$	−4,0	Suma	1 104,4	1 163,1	$-58,7=M_n$	−3,2
11	184,7	148,2	+36,5	+2,5	11	209,4	199,8	+ 9,6	+0,5
12	146,3	111,3	+35,0	+2,4	12	244,9	224,1	+20,8	+1,2
13	271,8	270,6	+ 1,2	+0,1	13	209,3	165,6	+43,7	+2,4
14	255,0	267,6	−12,6	−0,9	14	195,6	176,7	+18,9	+1,1
15	246,6	207,6	+39,0	+2,7	15	245,2	239,1	+ 6,1	+0.3
Suma	1 104,4	1 005,3	$+99,1=H_n$	+6,8	Suma	1 104,4	1 005,3	$+99,1=M_n$	+5,5

d) $SP_{V(necorectată)}=\frac{\Sigma V^2}{n}-\frac{(\Sigma x)^2}{N}=\frac{29,2^2+\cdots+0,8^2}{3}-16\,262,62=1\,743,04$

e) $SP_E=SP_T-(SP_R+SP_V+SP_B+SP_L)=$
$=2\,490,54-(66,25+1\,743,04+293,26+205,53)=182,46.$

6. Se stabilește numărul gradelor de libertate cu ajutorul formulelor:

$GL_T=N-1=nk^2-1=74$

$GL_R=n-1=2$

$GL_B=b-n=n(k-1)=12$

$GL_L=l-n=n(k-1)=12$

$GL_V=v-1=k^2-1=24$

$GL_E=GL_T-(GL_R+GL_B+GL_L+GL_V)=(k-1)(nk-n-k-1)=24$

7. Se alcătuiește, cu datele deja obținute, tabelul de analiza variantei (tabelul 9.27).

Tabelul 9.27

IV. Analiza variantei pentru grilajul patrat 5×5

Cauza variabilității		*SP*	*GL*	$s^2=\frac{SP}{GL}$	Proba *F*
Total		2 490,54	74		
Repetiții		66,25	2		
Variante	necorectat V	1 743,04	24	$58{,}43=s^2_{V'}$	$F=\frac{58{,}43}{9{,}97}=5{,}86\ (1{,}98)$
	corectat V'	1 402,49			
Blocuri		293,26	12	$24{,}44=s^2_B$	
Coloane		205,53	12	$17{,}13=s^2_L$	
Eroare		182,46	24	$7{,}60=s^2_E$ $9{,}97=s^2_{Ef}$	

8. Pentru eliminarea influenței blocurilor și coloanelor incomplete este necesar ca producțiile variantelor să fie corectate. În acest scop se calculează valorile de corecție pentru fiecare bloc și fiecare coloană în parte.

a) Valoarea de corecție a variantelor pentru fiecare bloc se calculează prin înmulțirea valorii H a fiecărui bloc cu factorul de corecție (y_B), care se află prin formula:

$$y_B=\frac{s^2_B-s^2_E}{k(n-1)s^2_B}=\frac{24{,}44-7{,}60}{5\times 2\times 24{,}44}=0{,}06890$$

De exemplu, pentru blocul 2 valoarea de corecție va fi:

$$0{,}06890\times(-37{,}1)=-2{,}6.$$

b) Valoarea de corecție a variantelor pentru fiecare coloană se calculează prin înmulțirea valorilor M ale fiecărei coloane cu factorul de corecție (y_L) care se află prin formula:

$$y_L=\frac{s^2_L-s^2_E}{k(n-1)s^2_L}=\frac{17{,}13-7{,}60}{5\times 2\times 17{,}13}=0{,}05563$$

De exemplu, pentru coloana 9 valoarea de corecție va fi:

$$0{,}05563\times 13{,}7=+0{,}8$$

Dacă s^2_B sau s^2_L sînt egale sau mai mici decît s^2_E, atunci factorul de corecție respectiv (y_B sau y_L) se consideră egal cu zero.

Valorile de corecție pentru blocuri ($y_B \cdot H$) și pentru coloane ($y_L \cdot M$) se trec în tabelul 9.26.

9. Se corectează sumele producțiilor variantelor (V) procedîndu-se astfel:

— se constată mai întîi în ce blocuri și în ce coloane se găsește fiecare variantă;

— se adună la suma fiecărei variante valorile de corecție $y_B \cdot H$ și $y_L \cdot M$, calculate pentru blocurile și coloanele în care se găsește varianta respectivă.

De exemplu, varianta 7 se găsește în blocurile 2, 8 și 15 și în coloanele 2, 9 și 11. Valorile de corecție corespunzătoare acestor blocuri și coloane (din tabelul 9.26) sînt —2,6; —2,4; +2,7 și —0,4; +0,8 și +0,5; suma lor este —1,4. Deci suma corectată a variantei 7 este 55,3—1,4=53,9.

Procedînd în acest fel pentru toate variantele obținem sumele corectate din tabelul 9.28.

Tabelul 9.28

V. Tabelul sumelor corectate ale variantelor la experiența în grilaj patrat 5×5

1 31,9	2 47,0	3 47,1	4 50,3	5 55,6
6 51,3	7 53,9	8 43,0	9 41,5	10 39,9
11 15,5	12 61,8	13 54,4	14 54,0	15 49,1
16 35,9	17 36,0	18 42,1	19 60,8	20 45,5
21 56,0	22 42,3	23 54,0	24 30,5	25 5,5

10. Pe baza datelor din tabelul 9.28 se calculează varianța variantelor corectată prin eliminarea influenței blocurilor și coloanelor incomplete:

$$SP_{V'(corectată)}=\frac{31{,}9^2+\ldots+5{,}5^2}{3}-16\,262{,}62=1402{,}49$$

$$s^2_{V'}=\frac{1\,402{,}90}{24}=58{,}43.$$

Rezultatul se trece în rubrica respectivă din tabelul analizei varianței.

11. O dată cu corectarea producțiilor variantelor s-a introdus o anumită eroare de care trebuie să se țină seama la testarea semnificației rezultatelor. De aceea se calculează varianța efectivă a erorii după formula:

$$s^2_{Ef}=s^2_E\left[1+\frac{kn}{k+1}(y_E+y_L)\right]=7{,}60\left[1+\frac{5\times 3}{5+1}(0{,}06890+0{,}05563)\right]=9{,}97$$

12. În proba F se testează varianța corectată a variantelor față de varianța efectivă a erorii.

$$F=\frac{s^2_{V'}}{s^2_{Ef}}=\frac{58{,}43}{9{,}97}=5{,}86\,(1{,}98)$$

Valoarea F obținută fiind mai mare decît valoarea F din tabelul anexă 5 corespunzătoare la cele 24 GL ale variantelor și cele 24 GL ale erorii, se deduce că între variante s-au manifestat diferențe, a căror apariție este puțin probabil să se fi datorit numai întîmplării.

Se poate trece așa dar la examinarea semnificației diferențelor individuale cu ajutorul DL sau a testului Duncan.

Scanned with OKEN Scanner

13. Producțiile la hectar ale variantelor se obțin împărțind sumele corectate ale variantelor din tabelul 9.28 la numărul repetițiilor și adăugînd cele 30 q scăzute la începutul calculelor. Producțiile astfel obținute se trec în tabelul de sinteză a rezultatelor (tabelul 9.29).

Tabelul 9.29

VI. Sinteza rezultatelor experienței în grilaj patrat 5×5

Varianta	Producția absolută q/ha	Producția relativă față de martor	Semnificația diferenței față de martor	Producția relativă față de medie	Semnificația diferenței față de medie
12	50,6	159,1	* * *	113,2	*
19	50,3	158,2	* * *	112,5	*
21	48,7	153,1	* * *	108,9	
5	48,5	152,5	* * *	108,5	
13	48,1	151,2	* * *	107,6	
23	48,0	150,9	* * *	107,4	
14	48,0	150,9	* * *	107,4	
7	47,9	150,6	* * *	107,1	
6	47,1	148,1	* * *	105,3	
4	46,8	147,2	* * *	104,7	
15	46,4	145,9	* * *	103,8	
3	45,7	143,7	* * *	102,2	
2	45,7	143,7	* * *	102,2	
20	45,2	142,1	* * *	101,1	
Media ($\bar{x}$)	44,7	—	—	100,0	
8	44,3	139,3	* * *	99,1	
22	44,1	138,7	* * *	98,7	
18	44,0	138,4	* * *	98,4	
9	43,8	137,7	* * *	97,9	
10	43,3	136,2	* * *	97,0	
17	42,0	132,1	* * *	93,9	
16	42,0	132,1	* * *	93,9	
1	40,6	127,3	* *	90,6	
24	40,2	126,4	* *	89,9	
11	35,2	110,7	—	78,7	00
25 Martor	31,8	100,0	—	71,2	000

DL 5%=5,29 q/ha; *DL* 1%=7,20 q/ha; *DL* 0,1%=9,64 q/ha

14. Pentru stabilirea semnificației diferențelor față de varianta martor sau față de media experienței se calculează diferențele limită.

În prealabil se determină eroarea diferențelor pornind de la varianța efectivă a erorii:

$$s_d = \sqrt{\frac{2s^2_{Ef}}{n}} = \sqrt{\frac{2 \times 9{,}97}{3}} = 2{,}57$$

Diferențele limită se calculează înmulțind eroarea diferențelor cu valorile t din tabelul anexă 6, corespunzătoare celor 24 GL ale erorii:

$DL\ 5\% = 2{,}06 \times 2{,}57 = 5{,}29$ q/ha
$DL\ 1\% = 2{,}80 \times 2{,}57 = 7{,}20$ q/ha
$DL\ 0{,}1\% = 3{,}75 \times 2{,}57 = 9{,}64$ q/ha

Compararea diferențelor variantelor față de varianta martor (25) cu aceste DL arată superioritatea foarte semnificativă a majorității hibrizilor dubli experimentați față de martorul local. Două variante prezintă doar un spor distinct semnificativ și numai o variantă a dat un spor care deși este destul de mare, din cauza preciziei scăzute a experienței, apare ca nesemnificativ.

Față de media variantelor, numai variantele 12 și 19 prezintă un spor semnificativ, în timp ce variantele 11 și 25 sînt distinct semnificativ și respectiv foarte semnificativ inferioare.

15. Pentru stabilirea corectă a semnificației diferențelor neplanificate, ca de exemplu între diferiții hibrizi dubli experimentați, este bine să folosim metoda comparațiilor multiple. Această metodă micșorează riscul de a considera semnificative diferențe care, în realitate, apar astfel numai din cauză că numărul mare de variante experimentate a permis un joc mai larg întîmplării.

9.6. VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR CU PARCELE LIPSĂ

În executarea experiențelor se poate întîmpla ca, din diferite cauze, datele unor parcele să nu poată fi folosite în calcule, fie din cauză că n-au fost semănate, fie din cauză că producția lor a fost total sau parțial distrusă sau pierdută.

În acest caz, concluziile noastre pentru unele variante, trebuie să se bazeze pe un număr mai mic de repetiții decît pentru restul variantelor. Inegalitatea numărului repetițiilor pentru diferitele variante complică apreciabil calculele de valorificare.

Pentru a se evita aceste calcule complicate, s-a preconizat completarea datelor lipsă cu valori estimate pe baza datelor existente, astfel ca experiența să redevină simetrică. Formulele de calculare a datelor pentru parcelele absente sînt astfel concepute, încît, folosind valorile obținute și aplicînd metodica de valorificare obișnuită, să se obțină rezultate asemănătoare celor ce s-ar fi

obținut pe o cale mult mai dificilă, prin calcularea directă a experienței cu număr diferit de repetiții.

Trebuie deci să înțelegem clar, că producțiile calculate pentru parcelele lipsă nu suplinesc producțiile ce s-ar fi obținut în realitate, ci reprezintă numai un artificiu de calcul pentru a putea valorifica mai ușor aceste experiențe incomplete, cu număr inegal de repetiții.

Formulele de calculare a producțiilor parcelelor absente diferă după modul de așezare a experienței.

În toate cazurile însă, este necesar ca la analiza variației să se micșoreze numărul total al GL și GL ale erorii cu numărul parcelelor absente, pentru a ține astfel cont de pierderea informației cuprinse în aceste parcele.

Formulele folosite pentru estimarea producțiilor parcelelor absente sînt, pentru diferitele așezări, următoarele:

a) *La așezarea în blocuri randomizate*

$$x_a = \frac{n.B_a + v.V_a - \Sigma x}{(n-1)\,(v-1)} \qquad (9.6.1)$$

unde:

x_a reprezintă producția estimată a parcelei lipsă;
n — numărul repetițiilor;
B_a — totalul restului parcelelor din blocul din care lipsește parcela;
v — numărul variantelor;
V_a — producția totală a variantei căreia îi lipsește o parcelă (totalul din celelalte repetiții);
Σx — producția totală a experienței.

Exemplul 9.6.1. Să presupunem că în exemplul 9.2.1 lipsește parcela 22 ocupată de varianta 3 în repetiția 6. Aplicînd formula de mai sus vom avea:

$$x_a = \frac{(6\times 18{,}7) + (4\times 44{,}3) - 162{,}1}{(6-1)\,(4-1)} = 8{,}5 \text{ tone}$$

Dacă lipsesc mai multe parcele, din variante și blocuri diferite, se poate proceda prin aproximări succesive după cum urmează:

— se introduc mai întîi pentru toate parcelele lipsă valori aproximative, cu excepția unei parcele a cărei producție se calculează cu ajutorul formulei de mai sus;

— apoi se consideră absentă a doua parcelă și se calculează producția ei cu ajutorul aceleiași formule;

— se continuă astfel pînă cînd se calculează producțiile tuturor parcelelor absente;

— se reia calculul considerîndu-se din nou prima parcelă lipsă și se continuă astfel cu celelalte parcele, repetîndu-se calculul pînă cînd valorile calculate nu se mai schimbă.

Dacă lipsesc mai multe parcele ale unei singure variante sau dintr-o singură repetiție este mai recomandabil să se renunțe la varianta sau repetiția respectivă în întregime.

Odată determinate estimațiile pentru parcelele lipsă, analiza variației se execută în mod obișnuit cu mențiunea că numărul GL_T și GL_E va fi mai mic cu numărul parcelelor lipsă.

Pentru stabilirea semnificației diferenței între media variantei cu parcelă lipsă și media altor variante, eroarea diferenței va fi diferită de cea folosită pentru restul diferențelor, calculîndu-se după formula:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{s_E^2\left[\frac{2}{n} + \frac{v}{n(n-1)(v-1)}\right]} \qquad (9.6.2)$$

b) *La așezarea în patrat latin*

$$x_a = \frac{n(B_a + L_a + V_a) - 2\Sigma x}{(n-1)(n-2)} \qquad (9.6.3)$$

unde:

x_a reprezintă producția estimată a parcelei lipsă;
B_a, L_a și V_a — sumele producțiilor restului parcelelor din blocul, coloana și respectiv varianta din care lipsește parcela;
Σx — producția totală a experienței;
n — numărul repetițiilor.

Exemplul 9.6.2. Să presupunem că în exemplul 9.3.1 lipsește parcela ocupată de varianta 1 în blocul 7 (61,2 q). Aplicînd formula de mai sus obținem:

$$x_a = \frac{7(314{,}0 + 363{,}8 + 326{,}7) - 2\times 2588{,}4}{6\times 5} = 61{,}8 \text{ q}$$

Dacă lipsesc producțiile mai multor parcele se poate recurge la aplicarea repetată a formulei, după cum s-a indicat pentru așezarea în blocuri randomizate.

Analiza variației se execută obișnuit, micșorînd GL_T și GL_E cu numărul parcelelor lipsă. Pentru stabilirea semnificației diferențelor în care intră varianta cu parcela lipsă, se folosește o valoare diferită a erorii diferențelor, calculată după formula:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{s_E^2\left[\frac{2}{n} + \frac{1}{(n-1)(n-2)}\right]} \qquad (9.6.4)$$

c) *La așezarea în grilaj balansat*

$$x_a = \frac{k^2 V_a + k(k+1)B_a - R_a + \Sigma x - kV_2 - kB_2}{k(k-1)^2} \qquad (9.6.5)$$

unde:

B_a, R_a, V_a reprezintă suma producțiilor restului parcelelor din blocul, repetiția sau varianta cărora le lipsește o parcelă;
B_2 — totalul tuturor blocurilor (inclusiv cel deficient) în care apare varianta cu parcela lipsă;
V_2 — totalul producțiilor din toate repetițiile (inclusiv cea deficientă) a tuturor variantelor (inclusiv cea deficientă) care apar în blocul din care lipsește parcela.

Exemplul 9.6.3. Presupunînd că în exemplul 9.5.1 lipsește parcela cu varianta 1 din repetiția III, vom avea conform formulei:

$$x_a = \frac{(9\times 11{,}7) + (12\times 10) - 56{,}2 + 204{,}9 - 3\times 64{,}1 - 3\times 49{,}8}{12} = 2{,}7 \text{ q}$$

Scanned with OKEN Scanner

Dacă din experienţă lipsesc mai multe parcele, ca şi dacă datele arată o influenţă redusă a blocurilor incomplete, se pot estima producţiile parcelelor lipsă folosind formula indicată pentru aşezarea în blocuri randomizate.

d) *La aşezarea în grilaj patrat cu (k+1) repetiţii*

$$x_a = \frac{k(k-1)\,(B_a+L_a)-(k+1)R_a+k(k-2)V_a+3\Sigma x-k(B_1+L_1+V_1)+Z}{(k-1)^2\,(k-2)} \qquad (9.6.6)$$

unde:

B_a, L_a, R_a şi V_a reprezintă suma producţiilor restului parcelelor din blocul, coloana, repetiţia sau varianta care au o parcelă lipsă;

B_1 şi L_1 — producţia tuturor celorlalte blocuri şi coloane care conţin varianta din parcela absentă (deci fără a include blocul şi coloana deficientă);

V_1 — producţia totală (din toate repetiţiile) a tuturor celorlalte variante care apar în blocul şi coloana care conţin parcela lipsă (deci fără a include varianta deficientă).

$Z = kB' - R' + kL'' - R''$.

La grilajele cu $(k+1)$ repetiţii există întotdeauna un bloc care va cuprinde aceleaşi variante ca şi coloana deficientă L_a. Vom nota cu B' producţia acestui bloc şi cu R' producţia repetiţiei din care face parte. De asemenea va exista o coloană (cu producţia L'' din repetiţia cu producţia R'') cu aceleaşi variante ca şi blocul deficient B_a. Trebuie observat că blocul B' şi coloana L'' nu vor fi excluse din calculul valorilor B_1 şi L_1.

Exemplul 9.6.4. Să presupunem că în exemplul 9.5.2 lipseşte parcela cu varianta 3 din repetiţia III (6,0 q).

Conform formulelor de mai sus vom avea:

$$Z = (4\times 45{,}6) - 140{,}4 + (4\times 24{,}5) - 113{,}6 = 26{,}4$$

$$x_a = \frac{12\times(22{,}1+26{,}9)-(5\times 116{,}6)+(8\times 34{,}1)+(3\times 582{,}7)-4\times(138{,}8+121{,}6+222{,}1)+26{,}4}{18} = 6{,}8\ q$$

e) *La aşezarea în grilaj patrat în (k+1)/2 repetiţii*

$$x_a = \frac{k(k-1)\,(B_a+L_a)-(k+3)R_a+2k(k-2)V_a+6\Sigma x-2k(B_1+L_1+V_1)}{(k-1)^2\,(k-3)} \qquad (9.6.7)$$

unde simbolurile au aceeaşi semnificaţie ca şi la grilajul patrat cu (k+1) repetiţii.

Exemplul 9.6.5. Presupunînd că în exemplul 9.5.3 lipseşte parcela cu varianta 22 din repetiţia I (10,1 q) vom avea:

$$x_a = \frac{\left.\begin{array}{l}20\times(40{,}8+72{,}5)-(8\times 371{,}5)+(30\times 32{,}6)+(6\times 1094{,}3)-10\times(67{,}6+\\ +89{,}2+97{,}5+55{,}2+46{,}1+55{,}3+61{,}7+94{,}8+51{,}4+54{,}4+28{,}0+0{,}8)\end{array}\right\}}{32} = 13{,}1\ q$$

După cum s-a putut observa, calculele pentru estimarea producţiilor parcelelor absente sînt destul de anevoioase. Pe lîngă aceasta, se complică şi testele de semnificaţie care trebuie să ţină seama de numărul inegal de repetiţii la variantele comparate.

De aceea se poate considera, aşa cum afirmă Cochran şi Cox (1964) că „singura soluţie completă a problemei, este de a nu avea parcele lipsă".

CAPITOLUL

10

VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR POLIFACTORIALE

10.1. NOȚIUNI GENERALE

1. NOȚIUNEA DE INTERACȚIUNE

Cercetînd concomitent influența mai multor factori asupra producției, experiențele polifactoriale permit să se studieze atît influența fiecărui factor în parte cît și efectul aplicării lor combinate. Astfel, de exemplu, într-o experiență polifactorială cu îngrășăminte azotate și fosfatice se va putea determina sporul de producție datorat efectului azotului, sporul datorat aplicării fosforului și efectul aplicării concomitente a celor două îngrășăminte.

În general, aplicarea combinată a doi sau mai mulți factori experimentali poate să dea rezultate diferite în funcție de măsura în care acțiunile factorilor sînt interdependente:

1. Atunci cînd efectul aplicării fiecăruia din factori rămîne același indiferent de graduările celorlalți factori, se spune că *nu există interacțiune* între factorii experimentați.

Astfel de exemplu, presupunînd absența fluctuației întîmplătoare a rezultatelor, vom putea afirma că în experiența cu îngrășăminte azotate și fosfatice nu există interacțiune între azot și fosfor, dacă producțiile medii vor fi asemănătoare celor din tabelul 10.1.

Tabelul 10.1

Exemplu de absență a interacțiunii

	N_0	N_1	Suma	Media
P_0	30	35	65	32,5
P_1	32	37	69	34,5
Suma	62	72	134	
Media	31	36		

Scanned with OKEN Scanner

Se poate observa că sporul datorat aplicării azotului (+5) este același indiferent de prezența îngrășămintelor fosfatice, și respectiv, aplicarea fosforului aduce același spor (+2) atît în prezența cît și în absența azotului. Aceasta înseamnă că întreaga variație a producțiilor variantelor este determinată de însumarea efectelor celor doi factori.

2. Atunci cînd, dimpotrivă, efectul unuia din factori depinde de graduările celorlalți factori se spune că *există interacțiune* între factorii experimentați.

Astfel de exemplu, dacă solul pe care a fost executată experiența este sărac în fosfor accesibil plantelor, efectul azotului nu se va putea manifesta, decît în prezența unei îngrășări corespunzătoare cu fosfor (tabelul 10.2).

Tabelul 10.2

Exemplu de interacțiune între factorii experimentați

	N_0	N_1	Suma	Media
P_0	30	30	60	30
P_1	32	37	69	34,5
Suma	62	67	129	
Media	31	33,5		

De asemenea, dacă vom experimenta mai multe soiuri de grîu pe diferite agrofonduri, reacția puternică la îngrășare a soiurilor intensive în comparație cu cele extensive, va determina existența unei interacțiuni soi × agrofond.

Așadar, în cazul prezenței interacțiunii, există o abatere de la aditivitate, producțiile variantelor fiind determinate nu numai de însumarea efectelor fiecărui factor ci și de efectul combinării lor.

Grafic, în absența interacțiunii, liniile care descriu variația producției pentru unul din factori la diferite graduări ale celorlalți vor fi paralele, în timp ce prezența interacțiunii se reflectă în faptul că liniile nu sînt paralele (fig. 10.1).

În exemplul din tabelul 10.1 am presupus absența fluctuației întîmplătoare a producțiilor. În realitate însă, această fluctuație este întotdeauna prezentă și

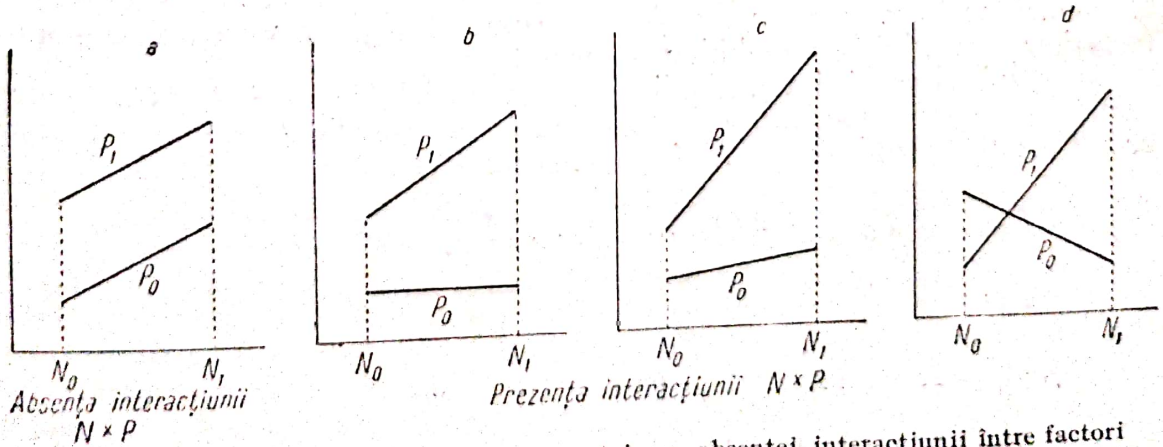


Fig. 10.1. — Reprezentarea grafică a prezenței sau absenței interacțiunii între factori

ea face ca să existe în toate cazurile o interacțiune aparentă, chiar dacă interacțiunea adevărată este egală cu zero.

De aceea este necesar ca printr-o valorificare statistică adecvată să se determine, alături de semnificația acțiunii fiecărui factor și semnificația interacțiunii între factori.

Pentru aceasta, ca și la alte teste de semnificație, vom presupune că nu există interacțiune și vom determina apoi ce probabilitate există ca, în caz că ipoteza noastră este adevărată, să apară totuși întîmplător abateri de la aditivitate, egale cu cele obținute experimental. Dacă această probabilitate este mică (în mod convențional sub 5%) putem respinge ipoteza absenței interacțiunii, admițînd deci că există interacțiune semnificativă.

Bineînțeles, ca și în cazul altor teste de semnificație, concluziile noastre asupra prezenței sau absenței interacțiunii nu vor avea niciodată o siguranță absolută. Astfel, în cazul că găsim o interacțiune semnificativă, va exista totuși o probabilitate, deși destul de mică ($P \leqslant 5\%$) ca aceasta să fie numai rezultatul fluctuației întîmplătoare. Pe de altă parte, dacă datele experimentale nu ne permit să respingem ipoteza că nu există interacțiune, aceasta nu înseamnă neapărat că interacțiunea adevărată este egală cu zero, ci numai că experiența noastră nu ne furnizează suficiente dovezi în favoarea existenței unei interacțiuni reale. Există deci, în această privință, o anumită incertitudine a concluziilor, de care trebuie să se țină seama la interpretarea rezultatelor.

II. METODA GENERALĂ DE CALCUL

Caracteristica principală a valorificării experiențelor polifactoriale este subdivizarea variației variantelor, corespunzător aportului adus de fiecare factor și de interacțiunile dintre aceștia. În general, aceasta se realizează cu ajutorul unor tabele bilaterale care grupează producțiile variantelor pe factori, ca în tabelele 10.1 și 10.2 (în mod obișnuit însă se lucrează cu *sumele variantelor*).

Varianța calculată pe baza datelor din interiorul tabelului, adică varianța tuturor combinațiilor dintre factori reprezintă tocmai varianța variantelor, așa cum se calculează pentru experiențele monofactoriale. Dacă însă vom calcula *SP* numai pe baza sumelor marginale, rezultatul obținut va reflecta aportul factorilor respectivi la variabilitatea generală.

În cazul absenței interacțiunii, întreaga variabilitate fiind reflectată de sumele marginale, suma *SP* calculată pentru fiecare din factori, va fi egală cu *SP* a tuturor variantelor. Astfel, în tabelul 10.1:

$$SP_{combinații\ N\times P} = (30^2 + \cdots + 37^2) - \frac{134^2}{4} = 29$$

$$SP_P = \frac{65^2+69^2}{2} - \frac{134^2}{4} = 4$$

$$SP_N = \frac{62^2+72^2}{2} - \frac{134^2}{4} = 25$$

$$SP_P + SP_N = 4 + 25 = 29$$

Orice abatere de la aditivitate se va reflecta însă în aceea că sumele marginale nu vor mai exprima întreaga variabilitate a datelor. De aceea *SP* combinații va fi mai mare decît suma *SP* ale factorilor, diferența reprezentînd o măsură a interacțiunii dintre factori. Astfel, în tabelul 10.2 vom avea:

$$SP_{combinații\,N\times P} = (30^2 + \cdots + 37^2) - \frac{129^2}{4} = 33$$

$$SP_P = \frac{60^2+69^2}{2} - \frac{129^2}{4} = 20$$

$$SP_N = \frac{62^2+67^2}{2} - \frac{129^2}{4} = 6$$

$$SP_P + SP_N = 20+6 = 26$$

$$SP_{N\times P} = 33-26 = 7$$

În cazul experiențelor cu mai mult de doi factori, se întocmesc mai multe tabele bilaterale, cîte unul pentru fiecare pereche de factori, calculîndu-se astfel efectele factorilor și interacțiunile duble. Diferența pînă la valoarea SP_V va fi reprezentată de interacțiuni de ordin superior.

Atît variațele factorilor, cît și cele ale interacțiunilor, se testează prin proba *F* față de varianța erorii, pentru a se vedea dacă valoarea lor poate fi explicată prin simplul joc al întîmplării. O valoare *F* semnificativă ne permite să afirmăm că este puțin probabil ca rezultatele în cauză să se fi obținut întîmplător, fără existența reală a acțiunii sau interacțiunii respective.

Atunci cînd variantele experienței polifactoriale sînt randomizate independent, estimarea erorii se face ca și la experiențele cu un singur factor. Vom avea deci o singură estimație a erorii pentru toți factorii experimentați, ceea ce ușurează calculele și prezentarea rezultatelor.

Dacă însă, din motive întemeiate, variantele nu au fost randomizate liber ci au fost așezate grupat după unul din factori, potrivit metodei parcelelor subdivizate, erorile corespunzătoare factorului principal și celui secundar nu mai sînt egale. De aceea este necesar ca printr-o metodă de calcul specială, eroarea generală a experienței să fie subdivizată în mai multe părți, corespunzător felului de subdivizare a parcelelor.

III. INTERPRETAREA ȘI PREZENTAREA REZULTATELOR

Rezultatele experiențelor polifactoriale conțin o mare cantitate de informații, care trebuie valorificate și prezentate corespunzător. Ceea ce determină în primul rînd modul de interpretare și prezentare a rezultatelor este prezența sau absența interacțiunii între factori.

Într-adevăr, după cum am văzut, *în absența interacțiunii* mediile pe graduări ale fiecărui factor în parte, exprimă complet variabilitatea generală a variantelor, conținînd astfel întreaga informație disponibilă. De exemplu, analizînd numai mediile marginale din tabelul 10.1, vom putea ajunge la aceleași

concluzii ca și din analiza tuturor datelor din interiorul tabelului. Rezultatele pot fi deci analizate și prezentate numai sub formă de medii pe factori, ceea ce reprezintă o simplificare foarte utilă.

Dacă însă *există o interacțiune evidentă*, analiza exclusiv a mediilor pe factori este nu numai incompletă, dar și adeseori inutilă și derutantă. De exemplu, judecînd rezultatele din tabelul 10.2 numai pe baza mediilor marginale, am putea recomanda general aplicarea îngrășămintelor azotate, cînd în realitate, în absența îngrășării cu fosfor, acestea nu ar avea nici un efect. De asemenea, într-o experiență cu densități la porumb, ar fi lipsit de sens să vorbim de o „densitate optimă în medie pentru toți hibrizii", dacă fiecare hibrid dă producția maximă la altă densitate, corespunzătoare cerințelor sale biologice. Este evident că în asemenea cazuri, considerarea efectelor medii ale fiecărui factor separat, nu numai că nu aduce prea mult în înțelegerea fenomenelor, dar poate să ne ducă la concluzii false.

Pe lîngă acestea, trebuie să ținem seama că, atunci cînd există interacțiune între factori, efectul mediu al unui factor depinde de graduările concrete folosite în experiență pentru ceilalți factori. Astfel, de exemplu este foarte probabil ca „densitatea optimă în medie pe toți hibrizii" să fie cu totul alta dacă în experiență se vor folosi mai mult hibrizi timpurii sau mai mult hibrizi tardivi. Desigur, că aceasta micșorează mult interesul pe care îl prezintă mediile pe factori, atunci cînd există interacțiune puternică între aceștia.

Procedeul cel mai indicat de interpretare și prezentare a datelor în cazul prezenței interacțiunii între factori, diferă de la caz la caz și este greu să se dea indicații generale. Cu toate acestea vom sugera cîteva modalități mai frecvent folosite.

1. În majoritatea cazurilor, interacțiunea poate fi descrisă simplu, fiind explicabilă științific. Acesta este cazul reacției diferite la îngrășare sau densitate a diferitelor soiuri sau hibrizi, a interacțiunii dintre diferite tipuri de îngrășăminte etc. În acest caz, este indicat ca datele să fie prezentate sub formă de tabele bilaterale, analizîndu-se variația provocată de graduările factorului cel mai important, la fiecare graduare a celorlalți factori.

Dacă interacțiunea este provocată de reacția diferită existentă la o singură graduare a unuia din factori, numai aceste date trebuie prezentate separat, restul rezultatelor putînd fi condensate sub formă de medii. Astfel de exemplu, dacă numai un singur soi are cerințe deosebite față de agrofond, comportarea acestui soi va fi prezentată separat în comparație cu comportarea medie a restului soiurilor.

Mediile marginale pot fi folosite pentru caracterizarea generală a fenomenului atunci cînd sensul modificărilor provocate de unul din factori este același la toate graduările celorlalți factori (fig. 10.1 c). Dacă însă sensul modificărilor este diferit (fig. 10.1. d) prezentarea și analiza mediilor marginale nu este utilă.

Dacă unul din factorii cercetați este de natură cantitativă (doze de îngrășăminte, densități) se poate estima alura curbei de răspuns pentru fiecare graduare a restului factorilor cu care există interacțiuni semnificative.

Atunci cînd doi factori sînt de natură cantitativă vor rezulta suprafețe de răspuns.

Scanned with OKEN Scanner

În toate cazurile, reprezentarea grafică a rezultatelor permite o prezentare mai explicită a concluziilor.

2. Atunci cînd interacțiunile au o manifestare dezordonată, astfel că nu este posibilă o descriere simplă a lor, se poate renunța la interpretarea datelor în structura lor polifactorială, rezultatele fiind prezentate separat pentru fiecare combinație de factori, ca într-o experiență monofactorială.

3. Uneori este posibil ca printr-o transformare adecvată (de obicei prin transformare logaritmică) interacțiunea să dispară, datele transformate apărînd ca lipsite de interacțiune. Acesta este cazul cînd efectele factorilor în loc să se însumeze, se multiplică. În această situație prezența interacțiunii nu exprimă o complexitate de acțiune a factorilor, ci arată doar că determinările au fost efectuate la o scară neconvenabilă. În acest caz analiza datelor transformate permite simplificarea caracteristică situațiilor cînd nu există interacțiune.

În încheiere trebuie să subliniem că analiza statistică nu numai că nu epuizează, dar constituie abia punctul de plecare al analizei științifice a rezultatelor, indicînd doar aspectele cele mai importante care se cer analizate și explicate corespunzător.

10.2. VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR POLIFACTORIALE AȘEZATE ÎN BLOCURI RANDOMIZATE

Atunci cînd parcelele ocupate de diferitele combinații de factori sînt randomizate liber în repetițiile culturii comparative, nefiind grupate pe factori, valorificarea experiențelor polifactoriale începe prin executarea calculelor obișnuite ca și la o experiență cu un singur factor, corespunzător modului de așezare folosit. Apoi se face subdivizarea varianței variantelor cu ajutorul tabelelor bilaterale.

Exemplul 10.2.1. Să considerăm o experiență polifactorială 2×3 cu 3 soiuri de grîu experimentate pe 2 agrofonduri. Parcelele au fost randomizate liber folosindu-se o așezare în blocuri randomizate cu 3 repetiții. Producțiile în q/ha aranjate pe variante și repetiții sînt prezentate în tabelul 10.3.

Tabelul 103

Producțiile experienței polifactoriale așezate în blocuri

Repetiția / Combinații de factori	I	II	III	V
Agrofond 1 Soi 1	32	24	23	79
Agrofond 1 Soi 2	33	26	26	85
Agrofond 1 Soi 3	27	19	20	66
Agrofond 2 Soi 1	34	31	28	93
Agrofond 2 Soi 2	41	42	37	120
Agrofond 2 Soi 3	32	24	26	82
R	199	166	160	$525=\Sigma x$

1. Se execută analiza variantei în mod obișnuit ca și la o experiență simplă în blocuri randomizate:

$$Scăzătorul = \frac{525^2}{18} = 15312$$

$$SP_T = (32^2+24^2+\cdots+37^2+26^2) - \frac{525^2}{18} = 739$$

$$SP_R = \frac{199^2+166^2+160^2}{6} - \frac{525^2}{18} = 147$$

$$SP_V = \frac{79^2+85^2+\ldots+82^2}{3} - \frac{525^2}{18} = 553$$

$$SP_E = 739-(147+553) = 39$$

2. Se subdivizează SP a variantelor cu ajutorul unui tabel bilateral în care se includ sumele variantelor V grupate pe factori (tabelul 10.4).

Tabelul 10.4

Tabel bilateral soi x agrofond pentru experiența polifactorială 2×3

Soiuri	Agrofond 1	Agrofond 2	Suma Soi
Soiul 1	79	93	172
Soiul 2	85	120	205
Soiul 3	66	82	148
Sume Agrofond	230	295	525

$$SP_{Agrofond} = \frac{\Sigma \text{Agrof.}^2}{n.soi} - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{230^2+295^2}{3\times 3} - \frac{525^2}{18} = 235$$

$$SP_{Soi} = \frac{\Sigma soi^2}{n.agrof.} - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{172^2+205^2+148^2}{3\times 2} - \frac{525^2}{18} = 273$$

$$SP_{Agrof\times Soi} = SP_V - (SP_{Agrof.}+SP_{Soi}) = 553-(235+273) = 45$$

$$GL_{Agrof.} = agrof.-1 = 2-1 = 1$$

$$GL_{Soi} = soi-1 = 3-1 = 2$$

$$GL_{Agrof.\times Soi} = (agrof.-1)(soi-1) = (2-1)(3-1) = 2$$

sau

$$GL_{Agrof.\times Soi} = GL_V - (GL_{Agrof.}+GL_{Soi}) = 5-3 = 2$$

3. Pe baza rezultatelor obținute se întocmește tabelul de analiză a variantei (tabelul 10.5).

Tabelul 10.5

Analiza variației pentru experiența polifactorială așezată în blocuri randomizate

Cauza variabilității	*SP*	*GL*	s^2	Proba *F*
TOTALĂ	739	17		
Repetiții	147	2		
Agrofond	235	1	235,0**	60,2 (4,96; 10,0)
Soiuri	273	2	136,5**	35,0 (4,10; 7,56)
Interacțiunea Agrofond × Soi	45	2	22,5*	5,7 (4,10; 7,56)
Eroare	39	10	3,9	

Proba *F* arată o acțiune distinct semnificativă a ambilor factori și o interacțiune semnificativă între aceștia.

4. Avînd în vedere că există interacțiune semnificativă, rezultatele vor fi prezentate sub formă de tabel bilateral. Agrofondul 2 provocînd la toate soiurile o creștere a producției și clasificarea soiurilor rămînînd aceeași pe ambele agrofonduri se vor putea prezenta și mediile marginale, atît pentru agrofonduri cît și pentru soiuri (tabelul 10.6).

Tabelul 10.5

Sinteza rezultatelor la experiența polifactorială 2×3

Soiuri	Agrofond 1	Agrofond 2	Media pe soiuri
Soiul 2	28,3 *bc*	40,0 *a*	34,1 A
Soiul 1 (Mt)	26,3 *c*	31,0 *b*	28,6 *B*
Soiul 3	22,0 *d*	27,3 *bc*	24,6 *C*
Media pe agrofonduri	25,5 *M*	32,8 *N*	

(Producțiile sînt semnificativ diferite dacă nu sînt însoțite de aceeași literă).

5. Dacă urmărim stabilirea semnificației diferențelor numai față de un soi martor putem folosi metoda diferențelor limită. Pentru aceasta se calculează eroarea diferențelor care, avînd în vedere că pentru toate variantele s-a calculat o estimație unică a erorii, va fi aceeași pentru orice comparație între combinațiile de factori

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s_E^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \times 3,9}{3}} = 1,61$$

$$DL\ 5\% = 1,61 \times 2,23 = 3,59\ \text{q/ha}$$

Vom putea deduce că, față de soiul martor 1, soiul 2 dă un spor nesemnificativ pe agrofondul 1, dar semnificativ pe agrofondul 2 în timp ce soiul 3 este semnificativ inferior pe ambele agrofonduri.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru stabilirea semnificației mediilor pe factori (ceea ce prezintă interes îndeosebi atunci cînd nu există interacțiune între aceștia), eroarea diferențelor va fi mai mică, *la numitor sub radical găsindu-se întotdeauna numărul total al parcelelor din care se calculează mediile comparate.* Cu alte cuvinte lipsește de la numitor tocmai numărul graduărilor pentru factorul cercetat. Astfel, pentru compararea a două medii ale factorului soi:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,s_E^2}{n\,.agrof.}} = \sqrt{\frac{2\times 3{,}9}{3\times 2}} = 1{,}14$$

iar pentru compararea mediilor factorului agrofond:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,s_E^2}{n\,.\,soi}} = \sqrt{\frac{2\times 3{,}9}{3\times 3}} = 0{,}93$$

6. Dacă dorim să facem și alte comparații decît cele planificate, trebuie aplicată metoda comparațiilor multiple (testul Duncan). Pentru aceasta se calculează eroarea mediilor după formule asemănătoare cu cele folosite pentru eroarea diferențelor, dar la care lipsește de sub radical factorul 2. Deci vom avea pentru mediile din interiorul tabelului

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s_E^2}{n}} = \sqrt{\frac{3{,}9}{3}} = 1{,}14$$

iar pentru mediile pe factori $s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s_E^2}{n\,.a}}$ și $s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s_E^2}{n\,.b}}$.

Aceste erori înmulțite cu valorile q din tabelul anexă 8 corespunzătoare distanței între variante în șirul crescător al producțiilor, dau mărimea diferențelor care pot fi considerate semnificative la nivelul de semnificație de 5%. Notînd apoi cu aceleași litere rezultatele care nu sînt semnificativ diferite vom putea prezenta datele sub forma din tabelul 10.6.

Discutarea rezultatelor se va face urmărind sporul obținut prin îngrășare la fiecare din soiuri sau diferențele între soiuri pe fiecare agrofond, după cum agrofondul sau soiurile reprezintă factorul de cel mai mare interes.

10. 3 VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR POLIFACTORIALE AȘEZATE ÎN PARCELE SUBDIVIZATE

La așezarea în parcele subdivizate gruparea parcelelor pe factori face ca factorul cercetat pe parcele mari să nu mai aibă aceeași eroare ca factorul experimentat pe parcele mici sau mijlocii. De aceea valorificarea la acest mod de așezare prevede calcularea erorii separat pentru fiecare factor, pe baza fluctuației întîmplătoare a producțiilor parcelelor ocupate de fiecare din ei.

Scanned with OKEN Scanner

I. VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR CU 2 FACTORI AȘEZATE ÎN PARCELE SUBDIVIZATE

Exemplul 10.3.1. Vom considera, pentru exemplificare, că aceleași producții din tabelul 10.3 ar fi fost obținute într-o experiență așezată după metoda parcelelor subdivizate, pentru a permite aplicarea îngrășării pe parcele mai mari (tabelul 10.7). Factorul principal A va fi deci agrofondul cu două graduări ($a=2$) și factorul secundar B va fi soiul cu trei graduări ($b=3$).

Tabelul 10.7

Producțiile experienței polifactoriale așezate în parcele subdivizate

Agrofondul	Soiul	Repetiția			V
		I	II	III	
1	1	32	24	23	79
	2	33	26	26	85
	3	27	19	20	66
	TOTAL	92	69	69	230
2	1	34	31	28	93
	2	41	42	37	120
	3	32	24	26	82
	TOTAL	107	97	91	295
	R	199	166	160	$525=\Sigma x$

1. Se calculează SP întîi pentru parcelele mari ocupate de factorul agrofond. Variabilitatea totală a acestor parcele va fi determinată de factorul agrofond, de diferențele dintre repetiții și de fluctuația întîmplătoare corespunzătoare factorului principal (Eroare (a).

$$Scăzător=\frac{525^2}{18}=15\,312$$

$$SP_{T\ Parcele\ mari}=\frac{\Sigma(Totaluri\ parcele\ mari^2)}{b}-\frac{(\Sigma x)^2}{n\cdot a\cdot b}=$$

$$=\frac{92^2+69^2+\cdots+91^2}{3}-\frac{525^2}{18}=396$$

$$SP_A=\frac{\Sigma A^2}{n\cdot b}-\frac{(\Sigma x)^2}{n\cdot a\cdot b}=\frac{230^2+295^2}{3\times 3}-\frac{525^2}{18}=235$$

$$SP_R=\frac{\Sigma R^2}{a\cdot b}-\frac{(\Sigma x)^2}{n\cdot a\cdot b}=\frac{199^2+166^2+160^2}{6}-\frac{525^2}{18}=147$$

$$SP_{Eroare\ (a)}=SP_{T\ Parcele\ mari}-(SP_A+SP_R)=396-(235+147)=14$$

$$GL_{T\ Parcele\ mari}=n.a-1=5$$

$$GL_A=a-1=1$$

$$GL_R=n-1=2$$

$$GL_{Eroare}\ (a)=(a-1)\ \ (n-1)=2$$

2. Se calculează variabilitatea totală a întregii experienţe adică a parcelelor mici. Aceasta cuprinde, în afară de variabilitatea deja prinsă în cifre a parcelelor mari, influenţa factorului secundar B (în cazul nostru soiurile), a interacţiunii factorilor A×B şi a fluctuaţiei întîmplătoare corespunzătoare (Eroarea *b*). Datele pentru calcularea SP_B şi $SP_{A\times B}$ se iau dintr-un tabel bilateral analog celui din tab. 10.4.

$$SP_{T\ Parcele\ mici} = (32^2+24^2+\cdots+24^2+26^2) - \frac{525^2}{18} = 739$$

$$SP_B = \frac{\Sigma B^2}{n\cdot a} - \frac{(\Sigma x)^2}{n\cdot a\cdot b} = \frac{172^2+205^2+148^2}{3\times 2} - \frac{525^2}{18} = 273$$

$$SP_V = SP_{Combinaţii\ A\times B} = \frac{\Sigma V^2}{n} - \frac{(\Sigma x)^2}{n\cdot a\cdot b} = \frac{79^2+85^2+\cdots+82^2}{3} - \frac{525^2}{18} = 553$$

$$SP_{A\times B} = SP_V - (SP_A + SP_B) = 553 - (235 + 273) = 45$$

$$SP_{Eroare\ (b)} = SP_{T\ Parcele\ mici} - (SP_{T\ Parcele\ mari} + SP_B + SP_{A\times B}) = 739 - (396 + 273 + 45) = 25$$

$$GL_{T\ Parcele\ mici} = n\cdot a\cdot b - 1 = 17$$

$$GL_B = b - 1 = 2$$

$$GL_{A\times B} = (a-1)(b-1) = 2$$

$$GL_{Eroare\ (b)} = a(n-1)(b-1) = 8$$

3. Se construieşte tabelul analizei varianţei ca în tabelul 10.8. Acest tabel este asemănător tabelului 10.5, cu deosebirea că eroarea este subdivizată în două părţi, corespunzătoare parcelelor mari şi mici. Se poate observa că suma $SP_{Eroare\ (a)}$ şi $SP_{Eroare\ (b)}$ dă exact valoarea SP_E din tabelul 10.5, acelaşi lucru fiind valabil şi pentru *GL*.

Tabelul 10.8

Analiza varianţei pentru experienţa polifactorială aşezată în parcele subdivizate

Cauza variabilităţii	*SP*	*GL*	s^2	*Proba* F
Parcele mari	396	5		
Repetiţii	147	2		
Agrofond (*A*)	235	1	235,0*	33,5 (18,5; 98,5)
Eroare (*a*)	14	2	7,0	
Parcele mici	739	17		
Soiuri (B)	273	2	136,5**	44,0 (4,26; 8,64)
Interacţiunea *A* × *B*	45	2	22,5*	7,2 (4,26; 8,64)
Eroare (*b*)	25	8	3,1	

Proba F se face la factorul principal *A* faţă de eroarea (*a*) iar la factorul secundar *B* şi la interacţiunea *A*×*B* faţă de eroarea (*b*). Concluziile sînt ase-

mănătoare celor trase din tabelul 10.5 deși se observă că, așa cum era de așteptat, precizia aprecierii factorului experimentat pe parcele mari a scăzut foarte mult.

4. Erorile celor doi factori fiind diferite, formulele pentru calcularea erorii diferențelor vor fi și ele diferite, după felul comparației urmărite. Astfel:

— pentru comparații între două medii ale factorului A, de exemplu (a_2—a_1), adică, în exemplul nostru, pentru compararea mediilor pe agrofonduri:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s^2_{Ea}}{n \cdot b}} = \sqrt{\frac{2\times 7,0}{3\times 3}} = 1,24$$

$GL=2$; $DL\ 5\%=1,24\times 4,30=5,33$ q/ha

— pentru comparații între două medii ale factorului B, de ex. (b_2—b_1) adică, în exemplul nostru, pentru a compara mediile pe soiuri:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s^2_{Eb}}{n.a}} = \sqrt{\frac{2\times 3,1}{3\times 2}} = 1,01$$

$GL=8$ $DL\ 5\%=1,01\times 2,31=2,33$ q/ha

— pentru compararea a două medii B la aceeași graduare a lui A, de ex. (a_1b_2—a_1b_1) adică, în exemplul nostru, pentru a compara două soiuri pe un anumit agrofond:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s^2_{Eb}}{n}} = \sqrt{\frac{2\times 3,1}{3}} = 1,43$$

$GL=8$; $DL\ 5\%=1,43\times 2,31=3,30$ q/ha

— pentru compararea a două medii A la aceeași graduare a lui B, sau la graduări diferite ale lui B, de ex. (a_2b_1—a_1b_1) sau (a_2b_2—a_1b_1) adică, în exemplul nostru, pentru a compara comportarea unui soi pe cele două agrofonduri sau a două soiuri pe agrofonduri diferite.

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2[(b-1)s^2_{Eb}+s^2_{Ea}]}{n.b}} = \sqrt{\frac{2[(3-1)\times 3,1+7,0]}{3\times 3}} = 1,71$$

Întrucît la calcularea acestei $s_{\bar{d}}$ se folosesc două variante ale erorii cu un număr diferit de GL, valoarea t necesară pentru calcularea DL va trebui să fie o medie ponderată a valorilor t corespunzătoare la GL_{Ea} și GL_{Eb}:

$$t = \frac{(b-1)s^2_{Eb}\cdot t_{Eb}+s^2_{Ea}\cdot t_{Ea}}{(b-1)s^2_{Eb}+s^2_{Ea}} = \frac{(3-1)\times 3,1\times 2,31+7,0\times 4,30}{(3-1)\times 3,1+7,0} = 3,36$$

Această valoare este întotdeauna cuprinsă între valorile t_{Ea} și t_{Eb} și de aceea, atunci cînd aceste valori nu se deosebesc mult, se poate renunța la calcul, folosindu-se pur și simplu cea mai mare dintre cele două valori t.

$DL\ 5\%=1,71\times 3,36=5,74$ q/ha

Pentru calcularea erorilor mediilor se folosesc aceleași formule cu deosebirea că nu se mai înmulțește cu 2 sub radical.

Scanned with OKEN Scanner

Se poate observa că, în comparație cu valorile obținute la așezarea simplă în blocuri randomizate (Exemplul 10.2.1) a crescut precizia comparațiilor între graduările factorului secundar în medie sau la aceeași graduare a factorului principal, și a scăzut corespunzător precizia restului comparațiilor, care cuprind factorul de pe parcelele mari.

II. VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR CU 3 FACTORI, AȘEZATE ÎN PARCELE SUBDIVIZATE

Exemplul 10.3.2. Vom exemplifica modul de calcul pentru experiențele cu 3 factori așezate după metoda parcelelor subdivizate, la o experiență cu îngrășăminte la grîu în care factorii au fost:

— factorul A — îngrășăminte azotate cu două graduări ($a=2$)
— factorul B — îngrășăminte potasice cu două graduări ($b=2$)
— factorul C — îngrășăminte fosfatice cu trei graduări ($c=3$)

Experiența a fost așezată în parcele subdivizate cu trei repetiții ($n=3$). Producțiile fiecărei parcele, rotunjite în q/ha și micșorate cu 20 q, sînt prezentate în tabelul 10.9 grupate pe factori și repetiții.

Tabelul 10.9

Producțiile obținute în experiența polifactorială de tipul 2×2×3

Varianta / Repetiția			I	II	III	V
A_1	B_1	C_1	2	2	1	5
		C_2	9	7	10	26
		C_3	10	10	6	26
		Total parcele mijlocii	21	19	17	57
	B_2	C_1	3	3	4	10
		C_2	4	7	5	16
		C_3	6	7	8	21
		Total parcele mijlocii	13	17	17	47
Total parcele mari			34	36	34	104
A_2	B_1	C_1	16	17	13	46
		C_2	16	16	15	47
		C_3	17	16	16	49
		Total parcele mijlocii	49	49	44	142
	B_2	C_1	15	11	11	37
		C_2	16	14	15	45
		C_3	17	14	15	46
		Total parcele mijlocii	48	39	41	128
Total parcele mari			97	88	85	270
Total repetiții R			131	124	119	$374=\Sigma x$

1. Se analizează în primul rînd variabilitatea totalurilor parcelelor mari ocupate de factorul A. Această variabilitate este determinată de acțiunea factorului A, de diferențele între repetiții și de fluctuația întîmplătoare corespunzătoare parcelelor mari (Eroarea *a*). Vom avea deci:

$$SP_{Parcele\ mari} = \frac{\Sigma(Totaluri\ parcele\ mari^2)}{b.c} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.a.b.c} =$$

$$= \frac{34^2+36^2+\ldots+85^2}{6} - \frac{374^2}{36} = 779$$

$$SP_R = \frac{\Sigma R^2}{a.b.c} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.a.b.c} = \frac{131^2+124^2+119^2}{12} - \frac{374^2}{36} = 6$$

$$SP_A = \frac{\Sigma A^2}{n.b.c} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.a.b.c} = \frac{104^2+270^2}{18} - \frac{374^2}{36} = 765$$

$$SP_{Eroare(a)} = SP_{Parcele\ mari} - (SP_R + SP_A) = 797 - (6+765) = 8$$

2. Se analizează apoi variabilitatea generală a parcelelor mijlocii ocupate de factorul *B*. Această variabilitate cuprinde, pe lîngă sursele deja caracterizate prin $SP_{Parcele\ mari}$, influența factorului *B*, a interacțiunii $A \times B$ și a fluctuației întîmplătoare corespunzătoare parcelelor mijlocii.

$$SP_{Parcele\ mari\ și\ mijlocii} = \frac{\Sigma(Parcele\ mijlocii^2)}{c} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.a.b.c} = \frac{21^2+19^2+\ldots+41^2}{3} -$$

$$- \frac{374^2}{36} = 809$$

$$SP_{Parcele\ mijlocii} = SP_{Parcele\ mari\ și\ mijlocii} - SP_{Parcele\ mari} = 809 - 779 = 30$$

Calcularea acțiunilor factorilor și a interacțiunilor duble se face cel mai bine cu ajutorul tabelelor bilaterale. Astfel pentru interacțiunea $A \times B$ vom avea datele din tabelul 10.10 unde valorile din interiorul tabelului reprezintă sumele tuturor variantelor care au primit combinația respectivă între factorii A și B, făcînd abstracție de graduările factorului C.

Tabelul 10.10

Tabelul bilateral A × B

Factorul	B_1	B_2	Totaluri *A*
A_1	5+26+26=57	47	104
A_2	142	128	270
Totaluri B	199	175	374

$$SP_B = \frac{\Sigma B^2}{n.a.c} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.a.b.c} = \frac{199^2+175^2}{18} - \frac{374^2}{36} = 16$$

$$SP_{combinații\ A \times B} = \frac{57^2+47^2+\ldots+128^2}{3 \times 3} - \frac{374^2}{36} = 782$$

$$SP_{A \times B} = SP_{comb\ A \times B} - (SP_A + SP_B) = 782 - (765+16) = 1$$

$$SP_{Eroare\ (b)} = SP_{Parcele\ mijlocii} - (SP_B + SP_{A \times B}) = 30 - (16+1) = 13$$

3. Se studiază apoi variabilitatea parcelelor mici care reprezintă tocmai variabilitatea totală a experienței. În afară de sursele deja analizate prin studierea parcelelor mari și mijlocii, aceasta va mai cuprinde influența factorului C, a interacțiunilor acestuia cu restul factorilor (AC, BC, ABC) și a fluctuației întîmplătoare corespunzătoare parcelelor mici (Eroarea *c*).

$$SP_T = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n.a.b.c} = (2^2+2^2+1^2+\ldots+14^2+15^2) - \frac{374^2}{36} = 969$$

$$SP_{\text{Parcele mici}} = SP_T - (SP_{\text{parcele mari}} + SP_{\text{parcele mijlocii}}) = 969 - (779+30) = 160$$

SP_C și interacțiunile AC și BC se calculează cu ajutorul tabelelor bilaterale corespunzătoare (tabelul 10.11 și 10.12).

Tabelul 10.11

Tabelul bilateral A×C

Factorul	C_1	C_2	C_3	Totaluri A
A_1	5+10=15	42	47	104
A_2	46+37=83	92	95	270
Totaluri C	98	134	142	374

$$SP_C = \frac{\Sigma C^2}{n.a.b} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.a.b.c} = \frac{98^2+134^2+142^2}{12} - \frac{374^2}{36} = 92$$

$$SP_{\text{combinații } A\times C} = \frac{15^2+42^2+\ldots+95^2}{3\times 2} - \frac{374^2}{36} = 877$$

$$SP_{A\times C} = SP_{\text{comb. } A\times C} - (SP_A + SP_C) = 877 - (765+92) = 20$$

Tabelul 10.12

Tabelul bilateral B×C

Factorul	C_1	C_2	C_3	Totaluri B
B_1	5+46=51	73	75	199
B_2	10+37=47	61	67	175
Totaluri C	98	134	142	374

$$SP_{\text{comb.}B\times C} = \frac{51^2+73^2+\ldots+67^2}{3\times 2} - \frac{374^2}{36} = 110$$

$$SP_{B\times C} = SP_{\text{comb } B\times C} - (SP_B + SP_C) = 110 - (16+92) = 2$$

Pentru aflarea SP a interacțiunii triple $A\times B\times C$ se scad din SP_V calculat pe baza totalurilor tuturor combinațiilor de factori, acțiunile celor 3 factori și cele 3 interacțiuni duble

$$SP_{comb.\ abc}=SP_V=\frac{\Sigma V^2}{n}-\frac{(\Sigma x)^2}{n\cdot a\cdot b\cdot c}=\frac{5^2+26^2+\ldots+46^2}{3}-\frac{374^2}{36}=918$$

$$SP_{A\times B\times C}=SP_V-(SP_A+SP_B+SP_C+SP_{A\times B}+SP_{A\times C}+SP_{B\times C})=$$
$$=918-(765+16+92+1+20+2)=22$$

Eroarea (c) se determină prin diferență:

$$SP_{Eroare\ (c)}=SP_{Parcele\ mici}-(SP_C+SP_{A\times C}+SP_{B\times C}+SP_{A\times B\times C})=$$
$$=160-(92+20+2+22)=24$$

4. Se stabilește numărul gradelor de libertate cu ajutorul formulelor următoare:

$GL_{Parcele\ mari}=n.a-1=3\times 2-1=5$
$GL_R=n-1=3-1=2$
$GL_A=a-1=2-1=1$
$GL_{Eroare\ (a)}=(n\text{-}1)\ (a\text{-}1)=(3\text{-}1)\ (2\text{-}1)=2$
$GL_{Parcele\ mijlocii}=n.a\ (b\text{-}1)=3\times 2\times(2\text{-}1)=6$
$GL_B=b-1=2-1=1$
$GL_{A\times B}=(a\text{-}1)\ (b\text{-}1)=(2\text{-}1)\ (2\text{-}1)=1$
$GL_{Eroare\ (b)}=a\ (n\text{-}1)\ (b\text{-}1)=2\ (3\text{-}1)\ (2\text{-}1)=4$
$GL_{Parcele\ mici}=n.a.b\ (c\text{-}1)=3\times 2\times 2\ (3\text{-}1)=24$
$GL_C=c-1=3-1=2$
$GL_{A\times C}=(a\text{-}1)\ (c\text{-}1)=(2\text{-}1)\ (3\text{-}1)=2$
$GL_{B\times C}=(b\text{-}1)\ (c\text{-}1)=(2\text{-}1)\ (3\text{-}1)=2$
$GL_{A\times B\times C}=(a\text{-}1)\ (b\text{-}1)\ (c\text{-}1)=(2\text{-}1)\ (2\text{-}1)\ (3\text{-}1)=2$
$GL_{Eroare\ (c)}=a.b\ (n\text{-}1)\ (c\text{-}1)=2\times 2\times(3\text{-}1)\ (3\text{-}1)=16$

5. Pe baza rezultatelor obținute, se alcătuiește tabelul de analiză a variantei (tabelul 10.13).

Proba F se execută:
— pentru factorul A față de eroarea (a);
— pentru factorul B și interacțiunea $A\times B$ față de eroarea (b);
— pentru factorul C și interacțiunile $A\times C$, $B\times C$ și $A\times B\times C$ față de eroarea (c).

Rezultatele arată o acțiune distinct semnificativă a îngrășămintelor azotate și fosfatice și o interacțiune semnificativă între aceste două tipuri de îngrășăminte. De asemenea, interacțiunea triplă între toate tipurile de îngrășăminte este distinct semnificativă. Restul acțiunilor și interacțiunilor sînt nesemnificative.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 10.13

Analiza varianței pentru experiența polifactorială de tipul 2×2×3

Cauza variabilității	*SP*	*GL*	s^2	*Proba F*
TOTAL	969	35		
Parcele mari	(779)	(5)		
Repetiții	6	2		
A (Îngrăș. azotate)	765	1	765**	191,2 (18,50; 98,5)
Eroarea (*a*)	8	2	4	
Parcele mijlocii	(30)	(6)		
B (Îngrăș. potasice)	16	1	16	4,9 (7,71; 21,2)
A × B	1	1	1	0,3
Eroare (b)	13	4	3,25	
Parcele mici	(160)	(24)		
C (Îngrăș. fosfatice)	92	2	46**	30,6 (3,63; 6,23)
A × C	20	2	10**	6,6 (3,63; 6,23)
B × C	2	2	1	0,6
A × B × C	22	2	11**	7,3 (3,63; 6,23)
Eroare (*c*)	24	16	1,5	

5. Pentru cercetarea semnificației diferențelor individuale se folosesc erori ale diferențelor sau mediilor, diferite după felul comparației. Astfel:

a) pentru compararea a două medii A, (în cazul nostru pentru stabilirea semnificației diferenței între media parcelelor îngrășate și a celor neîngrășate cu azot) adică (a_2—a_1):

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s^2_{Ea}}{n \cdot b \cdot c}} = \sqrt{\frac{2 \times 4}{3 \times 2 \times 3}} = 0{,}66$$

$$GL = 2; \quad DL\ 5\%_0 = 0{,}66 \times 4{,}30 = 2{,}84 \text{ q/ha}$$

b) pentru compararea a două medii ale factorului B (în cazul nostru, media parcelelor îngrășate și a celor neîngrășate cu potasiu) adică (b_2—b_1):

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s^2_{Eb}}{n \cdot a \cdot c}} = \sqrt{\frac{2 \times 3{,}25}{3 \times 2 \times 3}} = 0{,}60$$

$$GL = 4; \quad DL\ 5\%_0 = 0{,}60 \times 2{,}78 = 1{,}67 \text{ q/ha}$$

c) pentru compararea a două medii ale factorului **C** (în cazul nostru, compararea efectului mediu al diferitelor doze de fosfor) adică (c_2—c_1):

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s^2_{Ec}}{n \cdot a \cdot b}} = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}5}{3 \times 2 \times 2}} = 0{,}50$$

$$GL = 16; \quad DL\ 5\%_0 = 0{,}50 \times 2{,}12 = 1{,}06 \text{ q/ha}$$

Scanned with OKEN Scanner

d) pentru compararea a două medii B la aceeași graduare a lui A (în experiența noastră, pentru stabilirea semnificației efectului mediu al potasiului pe parcelele care au primit aceeași îngrășare cu azot) adică a_1b_2—a_1b_1:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s^2_{Eb}}{n \cdot c}} = \sqrt{\frac{2 \times 3{,}25}{3 \times 3}} = 0{,}85$$

$$GL = 4; \quad DL\ 5\%_0 = 0{,}85 \times 2{,}78 = 2{,}36 \text{ q/ha}$$

e) pentru compararea a două medii A la aceeași graduare a lui B sau la graduări diferite ale lui B (în cazul nostru pentru stabilirea efectului azotului pe parcelele mijlocii care au primit aceeași îngrășare sau îngrășare diferită cu potasiu) adică a_2b_1—a_1b_1 sau a_2b_2—a_1b_1:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,[(b-1)s^2_{Eb} + s^2_{Ea}]}{n \,.\, b \,.\, c}} = \sqrt{\frac{2[(2-1)\,3{,}25 + 4]}{3 \times 2 \times 3}} = 0{,}89$$

Această formulă, ca și altele asemănătoare, folosește o medie ponderată a două erori cu un număr de GL diferit. De aceea este necesar ca și valoarea t folosită la calcularea DL să fie tot o medie ponderată a valorilor t corespunzătoare celor două numere diferite de GL. Aceasta se realizează cu ajutorul formulei:

$$t = \frac{(b-1)s^2_{Eb} \cdot t_{Eb} + s^2_{Ea} \cdot t_{Ea}}{(b-1)s^2_{Eb} + s^2_{Ea}} = \frac{(2-1) \times 3{,}25 \times 2{,}78 + 4 \times 4{,}30}{(2-1) \times 3{,}25 + 4{,}30} = 3{,}47$$

Această valoare este întotdeauna cuprinsă între valorile t corespunzătoare la GL_{Ea} și GL_{Eb} și de aceea, atunci cînd aceste valori nu sînt mult deosebite este puțin util să se calculeze media ponderată precisă, în loc să se folosească pur și simplu cea mai mare dintre valorile t.

$$DL\ 5\%_0 = 0{,}89 \times 3{,}47 = 3{,}09 \text{ q/ha}$$

f) pentru compararea a două medii C la aceeași graduare a factorului A (la experiența noastră pentru compararea a două doze de îngrășămînt fosfatic pe același fond de azot) adică a_1c_2—a_1c_1:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,s^2_{Ec}}{n \,.\, b}} = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}5}{3 \times 2}} = 0{,}70$$

$$GL = 16; \quad DL\ 5\%_0 = 0{,}70 \times 2{,}12 = 1{,}48 \text{ q/ha}$$

g) pentru compararea a două medii C la aceeași graduare a factorului B (în cazul nostru, pentru compararea efectului a două doze de îngrășămînt fosfatic pe parcelele care au primit aceeași îngrășare cu potasiu) adică b_1c_2—b_1c_1;

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,s^2_{Ec}}{n \,.\, a}} = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}5}{3 \times 2}} = 0{,}70$$

$$GL = 16; \quad DL\ 5\%_0 = 0{,}70 \times 2{,}12 = 1{,}48 \text{ q/ha}$$

h) pentru compararea a două medii B la aceeași graduare sau la graduări diferite ale factorului C (adică, în cazul nostru, pentru compararea efectului

dozelor de potasiu pe parcelele care au primit aceeași îngrășare sau îngrășări diferite cu fosfor) deci $b_2c_2—b_1c_2$ sau $b_2c_2—b_1c_1$:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2[(c-1)s^2_{Ec}+s^2_{Eb}]}{n.a.c}} = \sqrt{\frac{2[(3-1)\times 1{,}5+3{,}25]}{3\times 2\times 3}} = 0{,}83$$

La calcularea erorii diferențelor se folosesc două variante ale erorii: s^2_{Eb} cu 4 *GL* ($t_{5\%}=2{,}78$) și s^2_{Ec} cu 16 *GL* ($t_{5\%}=2{,}12$). Valoarea t corespunzătoare va fi deci o medie ponderată a acestor două valori, calculată după formula:

$$t = \frac{(c-1)s^2_{Ec}\cdot t_{Ec}+s^2_{Eb}\cdot t_{Eb}}{(c-1)s^2_{Ec}+s^2_{Eb}} = \frac{(3-1)\times 1{,}5\times 2{,}12+3{,}25\times 2{,}78}{(3-1)\times 1{,}5+3{,}25} = 2{,}46$$

$$DL\ 5\%=0{,}83\times 2{,}46=2{,}04\ \text{q/ha}$$

i) pentru compararea a două medii A la aceeași graduare sau la graduări diferite ale lui C (deci, în cazul nostru, pentru stabilirea semnificației efectului mediu al azotului pe parcelele care au primit aceeași doză sau doze diferite de fosfor) adică $a_2c_2—a_1c_2$ sau $a_2c_2—a_1c_1$:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2[(c-1)s^2_{Ec}+s^2_{Ea}]}{n.b.c}} = \sqrt{\frac{2[(3-1)\times 1{,}5+4{,}00]}{3\times 2\times 3}} = 0{,}88$$

Întrucît numărul de *GL* al variantelor folosite la calcularea erorii diferențelor este diferit, la calcularea *DL* se folosește o valoare medie ponderată a lui t aflată cu ajutorul formulei:

$$t = \frac{(c-1)s^2_{Ec}\cdot t_{Ec}+s^2_{Ea}\cdot t_{Ea}}{(c-1)s^2_{Ec}+s^2_{Ea}} = \frac{(3-1)\times 1{,}5\times 2{,}12+4{,}0\times 4{,}30}{(3-1)\times 1{,}5+4{,}0} = 3{,}36$$

$$DL\ 5\%=0{,}88\times 3{,}36=2{,}95\ \text{q/ha}$$

j) pentru compararea a două medii C la aceeași graduare a factorilor A și B (în experiența noastră, pentru compararea diferitelor doze de îngrășămînt fosfatic la aceeași îngrășare cu azot și potasiu), adică $a_1b_1c_2—a_1b_1c_1$:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s^2_{Ec}}{n}} = \sqrt{\frac{2\times 1{,}5}{3}} = 1{,}00$$

$$GL=16;\quad DL\ 5\%=1{,}00\times 2{,}12=2{,}12\ \text{q/ha}$$

k) pentru compararea a două medii B la aceeași graduare a factorilor A și C (în cazul nostru, pentru stabilirea semnificației efectului potasiului pe parcelele care au primit aceeași îngrășare cu azot și fosfor) adică $a_1b_2c_1—a_1b_1c_1$:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2[(c-1)s^2_{Ec}+s^2_{Eb}]}{n.c}} = \sqrt{\frac{2[(3-1)\times 1{,}5+3{,}25]}{3\times 3}} = 1{,}17$$

Valoarea t corespunzătoare se calculează prin aceeași formulă ca și la punctul h ($t=2{,}46$)

$$DL\ 5\%=1{,}17\times 2{,}46=2{,}88\ \text{q/ha}$$

Scanned with OKEN Scanner

l) pentru compararea a două medii A la aceeași graduare a factorilor B și C (adică, în experiența cu îngrășăminte, pentru stabilirea semnificației efectului azotului pe parcelele care au primit aceeași îngrășare cu potasiu și fosfor) deci $a_2b_1c_1 - a_1b_1c_1$:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,[b(c-1)s^2_{Ec} + (b-1)s^2_{Eb} + s^2_{Ea}]}{n.b.c}} = \sqrt{\frac{2[2(3-1)\times 1{,}5 + (2-1)\times 3{,}25 + 4{,}00]}{3\times 2\times 3}} = 1{,}21$$

Pentru calcularea *DL* se poate folosi o valoare *t* calculată ca o medie ponderată a valorilor *t* corespunzătoare gradelor de libertate ale celor trei variante:

$$t = \frac{b(c-1)s^2_{Ec}\cdot t_{Ec} + (b-1)s^2_{Eb}\cdot t_{Eb} + s^2_{Ea}\cdot t_{Ea}}{b(c-1)s^2_{Ec} + (b-1)s^2_{Eb} + s^2_{Ea}} =$$

$$= \frac{2\,(3-1)\times 1{,}5\times 2{,}12 + (2-1)\times 3{,}25\times 2{,}78 + 4{,}00\times 4{,}30}{2(3-1)\times 1{,}5 + (2-1)\times 3{,}25 + 4{,}00} = 3{,}62$$

$$DL\ 5\%_0 = 1{,}21\times 3{,}62 = 4{,}38\ \text{q/ha}$$

Formule asemănătoare, dar din care lipsește de sub radical factorul 2, se folosesc pentru calcularea erorilor mediilor pentru fiecare din tipurile de comparații.

Prezentarea condensată și interpretarea rezultatelor este în general dificilă din cauza numărului mare de comparații posibile.

Analiza variației ne indică însă, care din comparații prezintă un mai mare interes din punct de vedere statistic. Dacă la aceasta vom adăuga criteriul importanței practice sau științifice a unora din comparațiile posibile, vom putea stabili pe această bază, cea mai convenabilă formă de condensare a datelor.

Cunoaștem deja (subcap. 8.9) că, atunci cînd *proba F* indică omogenitatea experienței pentru unul din factori, nu este indicat să mai examinăm semnificația diferențelor individuale prin proba *t* sau *DL*. De asemenea, am văzut în subcap. 10.1.III că, la factorii la care lipsește interacțiunea, este suficientă prezentarea numai a mediilor pe factori, în timp ce atunci cînd există interacțiune semnificativă, aceasta trebuie explicată prin prezentarea detaliată a rezultatelor pentru fiecare combinație de factori.

La experiența din exemplul nostru am găsit că acțiunea factorului B și interacțiunile A× B și B×C sînt mici și nesemnificative. Dimpotrivă acțiunile factorilor A și C și interacțiunea A×C sînt semnificative. Aceasta sugerează posibilitatea condensării datelor, cu o pierdere mică de informație, sub forma unui tabel bilateral A×C cuprinzînd mediile combinațiilor A×C indiferent de graduările lui B. (tabelul 10.14). Producțiile medii pentru acest tabel se află prin împărțirea la 6, adică ($n\times b$) a sumelor din interiorul tabelului 10.11 și la 12 și 18 a sumelor marginale, și adăugarea celor 20 q scăzute la începutul calculelor.

Stabilirea semnificației diferențelor între medii (numărul graduărilor fiind mic, eroarea ce se face prin întrebuințarea *DL* în locul testului Duncan este mică) se poate face prin compararea:

— mediilor din același rînd (ex. 27,0—22,5) cu DL calculat la punctul f (1,48 q/ha).

Tabelul 10.14

Producțiile medii în q/ha obținute în experiența cu îngrășăminte la grîu (Influența N și P)

Îngrășarea	P_0	P_1	P_2	Medii
N_0	22,5 a	27,0 b	27,8 b	25,7
N_1	33,8 c	35,3 d	35,8 d	35,0
Medii	28,1	31,1	31,8	

DL		Între mediile *N*	Între mediile *P*	Interacțiuni	
				Comparații pe orizontală	Comparații pe verticală
P	5%	2,84	1,06	1,48	2,95
P	1%	6,55	1,46	2,04	6,09

— mediilor din aceeași coloană (ex. 33,8—22,5) sau coloane diferite (ex. 35,8—27,0), cu *DL* calculată la punctul i (2,95 q/ha).

— mediilor marginale pentru îngrășarea cu azot (35,0—25,7) cu *DL* calculat la punctul a (2,84 q/ha).

— mediilor marginale pentru îngrășarea cu fosfor cu *DL* calculat la punctul c (1,06 q/ha).

Se observă că sporul dat de aplicarea primei doze de fosfor în lipsa azotului este distinct semnificativ iar în prezența azotului este numai semnificativ. A doua doză de fosfor nu mai duce la o creștere semnificativă a producției. Aplicarea azotului a dat în toate cazurile sporuri distinct semnificative. Interacțiunea este deci datorită sporurilor mai mari pe care le dă fosforul în absența, decît în prezența azotului.

Direcția modificărilor produse de P fiind aceeași indiferent de doza de N, putem calcula și discuta și mediile pe factori, care reflectă mai concis influența medie a celor doi factori.

Existența unei interacțiuni triple (A×B×C) semnificative ne arată că poate fi util să se examineze și mediile tuturor combinațiilor de factori (obținute prin împărțirea totalurilor V din tabelul 10.9 la numărul repetițiilor), insistînd îndeosebi asupra celor mai bune combinații de factori. Semnificația diferențelor se va stabili prin comparare cu *DL* calculate la punctele j, k și l.

10.4. VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR POLIFACTORIALE CU DOI FACTORI ÎN PARCELE SUBDIVIZATE AȘEZATE ÎN BENZI

Caracteristica valorificării experiențelor polifactoriale așezate în benzi este că eroarea se subdivide în trei părți: două corespunzătoare celor doi factori experimentați și cea de-a treia corespunzătoare interacțiunii dintre aceștia. Pentru aceasta se urmărește întîi fluctuația întîmplătoare între repetiții a parcelelor mari ocupate de fiecare din factorii experimentați, iar variația întîmplătoare reziduală reprezintă eroarea corespunzătoare interacțiunii între factori.

Exemplul 10.4.1. Pentru a se putea sesiza mai ușor particularitățile valorificării experiențelor polifactoriale așezate în benzi, vom presupune că producțiile din tabelul 10.7 s-au obținut într-o astfel de experiență, unde soiurile în loc să fie randomizate în interiorul parcelelor mari reprezentate de cele două agrofonduri, au fost semănate „în benzi" perpendicular pe parcelele cu diferite agrofonduri.

1. Se calculează *SP* întîi pentru parcelele mari ocupate de factorul agrofond. Întocmai ca și la așezarea în parcele subdivizate (vezi exemplul 10.3.1) variabilitatea totală a acestor parcele mari va fi subdivizată corespunzător cauzelor ce o produc: Factor A (Agrofond), Repetiții și Eroare (*a*):

$$Scăzător = \frac{(\Sigma x)^2}{n.a.b} = \frac{525^2}{18} = 15312$$

$$SP_{T\ Parcele\ mari\ Factor\ A} = \frac{92^2+69^2+\ldots+91^2}{3} - \frac{525^2}{18} = 396$$

$$SP_A = \frac{\Sigma A^2}{n.b} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.a.b} = \frac{230^2+295^2}{3\times 3} - \frac{525^2}{18} = 235$$

$$SP_R = \frac{\Sigma R^2}{a.b} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.a.b} = \frac{199^2+166^2+160^2}{3\times 2} - \frac{525^2}{18} = 147$$

$$SP_{Eroare\ (a)} = SP_{T\ Parcele\ mari\ A} - (SP_A + SP_R) = 396 - (235+147) = 14$$

$$GL_{T\ Parcele\ mari\ A} = n.a - 1 = 5$$

$$GL_A = a - 1 = 1$$

$$GL_R = n - 1 = 2$$

$$GL_{Eroare\ (a)} = (a-1)\,(n-1) = 2$$

2. Se studiază apoi, în același mod, variabilitatea parcelelor mari perpendiculare pe primele, ocupate de factorul B, soiurile. Pentru aceasta se alcătuiește un tabel bilateral Factor B×Repetiții în care sînt înscrise producțiile obținute pe parcelele mari ocupate de fiecare soi (suma de pe ambele agrofonduri) în fiecare repetiție (tabelul 10.15).

Tabelul 10.15

Producțiile parcelelor mari B, pe repetiții

Repetiția / Soiul	I	II	III	Totaluri soiuri (B)
Soiul 1	32+34=66	55	51	172
Soiul 2	33+41=74	68	63	205
Soiul 3	59	43	46	148
R	199	166	160	525

Variabilitatea totală a acestor parcele mari va fi datorată efectului factorului B (soiurile), diferențelor sistematice între repetiții și fluctuației întîmplătoare a soiurilor de la o repetiție la alta.

$$SP_{T\ Parcele\ mari\ Factor\ B}=\frac{66^2+55^2+\ldots+46^2}{2}-\frac{525^2}{18}=436$$

$$SP_B=\frac{\Sigma B^2}{n.a}-\frac{(\Sigma x)^2}{n.a.b}=\frac{172^2+205^2+148^2}{3\times 2}-\frac{525^2}{18}=273$$

SP_R (a fost deja calculat la pct. 1)$=147$

$SP_{Eroare\ (b)}=SP_{T\ Parcele\ mari\ B}-(SP_B+SP_R)=436-(273+147)=16$

$GL_{T\ Parcele\ mari\ B}=n.b-1=8$

$GL_B=b-1=2$

$GL_R=n-1=2$

$GL_{Eroare\ (b)}=(b\text{-}1)\ (n\text{-}1)=4$

3. Se calculează interacțiunea A×B (Agrofond×Soi) prin diferență din *SP* pentru variante în general

$$SP_V=SP_{comb\ A\times B}=\frac{\Sigma V^2}{n}-\frac{(\Sigma x)^2}{n.a.b}=\frac{79^2+85^2+\ldots+82^2}{3}-\frac{525^2}{18}=553$$

$$SP_{A\times B}=SP_V-(SP_A+SP_B)=553-(235+273)=45$$

$$GL_{A\times B}=(a\text{-}1)\ (b\text{-}1)=2.$$

4. Variabilitatea totală a întregii experiențe adică a parcelelor mici va cuprinde, în afara surselor de variabilitate deja studiate, o parte datorită fluctuației întîmplătoare a producțiilor parcelelor mici. *SP* pentru această parte, denumită eroare (*i*), se va calcula deci scăzînd din $SP_{T\ Parcele\ mici}$ toate celelate *SP* deja calculate.

$$SP_{T\ Parcele\ mici}=(32^2+24^2+\ldots+24^2+26^2)-\frac{525^2}{18}=739$$

$$SP_{Eroare\ (i)}=SP_{T\ Parcele\ mici}-(SP_R+SP_A+SP_{Ea}+SP_B+$$
$$+SP_{Eb}+SP_{A\times B})=739-(147+235+14+273+16+45)=9$$

$$GL_{T\ Parcele\ mici}=n.a.b.-1=17$$

$$GL_{Eroare\ (i)}=(a\text{-}1)\ (b\text{-}1)\ (n\text{-}1)=4$$

5. Se alcătuiește tabelul analizei variației ca în tabelul 10.16. Se poate observa că acest tabel este asemănător tabelului 10.8 de la așezarea în parcele subdivizate, cu deosebirea că eroarea este subdivizată în 3 părți. Suma *SP* și *GL* pentru eroarea (*b*) și (*i*) de la așezarea în benzi corespunde erorii (*b*) de la așezarea în parcele subdivizate.

Proba F se face la factorul *A* față de eroarea (*a*), la factorul *B* față de eroarea (*b*) iar la interacțiunea *A*×*B* față de eroarea (*i*).

Rezultatele *probei F* sînt asemănătoare celor din tabelul 10.8. Se poate observa însă că, potrivit modului de așezare, a scăzut precizia testării factorului *B* și a crescut în schimb cea a testării interacțiunii *A*×*B*.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 10.16

Analiza variației la experiența polifactorială așezată în benzi

Cauza variabilității	*SP*	*GL*	s^2	*Proba F*
Parcele mari *A*	396	5		
Repetiții	147	2		
A (Agrofond)	235	1	235,0*	33,5 (16,5; 98,5)
Eroare (*a*)	14	2	7,0	
Parcele mari *B*	436	8		
Repetiții	(147)	(2)		
B (Soiuri)	273	2	136,5**	34,1 (6,9; 18,0)
Eroare (*b*)	16	4	4,0	
Parcele mici	739	17		
Interacțiune A × B	45	2	22,5*	10,0 (6,9; 18,0)
Eroare (*i*)	9	4	2,25	

6. Erorile diferențelor pentru diferite feluri de comparații vor fi:

— pentru compararea a două medii ale factorului *A* (a_2—a_1) adică, în cazul nostru pentru compararea celor două agrofonduri:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,s^2_{Ea}}{n \cdot b}} = \sqrt{\frac{2 \times 7{,}0}{3 \times 3}} = 1{,}24$$

$GL = 2$; $DL\ 5\% = 1{,}24 \times 4{,}30 = 5{,}33$ q/ha

— pentru compararea a două medii ale factorului *B* (b_2—b_1) adică, în cazul nostru, pentru compararea producțiilor medii a două soiuri:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,s^2_{Eb}}{n \cdot a}} = \sqrt{\frac{2 \times 4{,}0}{3 \times 2}} = 1{,}15$$

$GL = 4$; $DL\ 5\% = 1{,}15 \times 2{,}78 = 3{,}20$ q/ha

— pentru compararea a două medii *A* la aceeași graduare a factorului *B* (a_2b_1—a_1b_1), adică, în exemplul nostru, pentru stabilirea semnificației efectului agrofondurilor la un anumit soi:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\left[(b-1)\,s^2_{Ei} + s^2_{Ea}\right]}{n \cdot b}} = \sqrt{\frac{2[(3-1) \times 2{,}25 + 7{,}00]}{3 \times 3}} = 1{,}59$$

$$t = \frac{(b-1)\,s^2_{Ei} \cdot t_{Ei} + s^2_{Ea} \cdot t_{Ea}}{(b-1)\,s^2_{Ei} + s^2_{Ea}} = \frac{(3-1) \times 2{,}25 \times 2{,}78 + 7{,}00 \times 4{,}30}{(3-1) \times 2{,}25 + 7{,}00} = 3{,}70$$

$DL\ 5\% = 1{,}59 \times 3{,}70 = 5{,}88$ q/ha

Scanned with OKEN Scanner

— pentru compararea a două medii B la același nivel al factorului A (a_1b_2—a_1b_1) adică, în exemplul nostru, pentru compararea a două soiuri pe același agrofond:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\left[(a-1)s^2_{Ei} + s^2_{Eb}\right]}{n \cdot a}} = \sqrt{\frac{2[(2-1)\times 2{,}25 + 4{,}00}{3\times 2}} = 1{,}44$$

$$t = \frac{(a-1)s^2_{Ei} \cdot t_{Ei} + s^2_{Eb} \cdot t_{Eb}}{(a-1)s^2_{Ei} + s^2_{Eb}}$$

În cazul nostru ambele variante ale erorii avînd același număr de grade de libertate ($GL=4$) vom folosi valoarea t din tabelul anexă 6 corespunzătoare acestor GL (2,78).

$DL\ 5\%=1{,}44\times 2{,}78=4{,}00$ q/ha

Pentru calcularea erorilor mediilor se folosesc aceleași formule dar fără 2 sub radical.

Prezentarea și interpretarea rezultatelor se fac ca și la orice altă experiență polifactorială.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL

11

VALORIFICAREA SERIILOR DE EXPERIENȚE

11.1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE

Scopul principal al experienţelor de cîmp este să permită recomandarea unor noi metode de sporire a recoltelor pentru aplicarea în producţie. Astfel de metode trebuie să prezinte avantaje la aplicarea lor în practică în diferiţi ani şi într-o zonă suficient de largă.

O singură experienţă, oricît de bine ar fi executată, nu furnizează informaţii decît asupra comportării variantelor într-un singur loc şi în condiţiile unui singur an. De aceea, repetarea un număr suficient de ani şi într-un număr suficient de localităţi, se impune ca o necesitate pentru orice experienţă agricolă.

Este un lucru obişnuit ca repetarea unei experienţe în diferiţi ani sau diferite localităţi să nu ducă la obţinerea aceloraşi rezultate. O prelucrare statistică adecvată trebuie să ne permită să discernem dacă deosebirile între rezultatele experienţelor individuale sînt reale sau se datoresc variabilităţii întîmplătoare.

Dacă la repetarea experienţei în timp sau spaţiu clasificarea variantelor nu este semnificativ diferită se spune că nu există interacţiune între variante şi ani sau localităţi. În acest caz interpretarea rezultatelor este uşoară, concluziile asupra superiorităţii unora din variante prezentînd un mare grad de siguranţă.

Dimpotrivă, dacă în fiecare an sau în fiecare localitate clasificarea variantelor se modifică semnificativ, se spune că există interacţiune semnificativă între variante şi ani, respectiv între variante şi localităţi. Bineînţeles, în aceste condiţii, interpretarea justă a rezultatelor pune probleme mai dificile.

Atunci cînd experienţele sînt repetate mai mulţi ani în mai multe staţiuni, se poate vorbi şi de o interacţiune mai complexă şi anume interacţiunea Variante × Ani × Localităţi. Figura 11.1 exemplifică grafic diferitele tipuri de interacţiune ce se pot întîlni în valorificarea seriilor de experienţe.

Scanned with OKEN Scanner

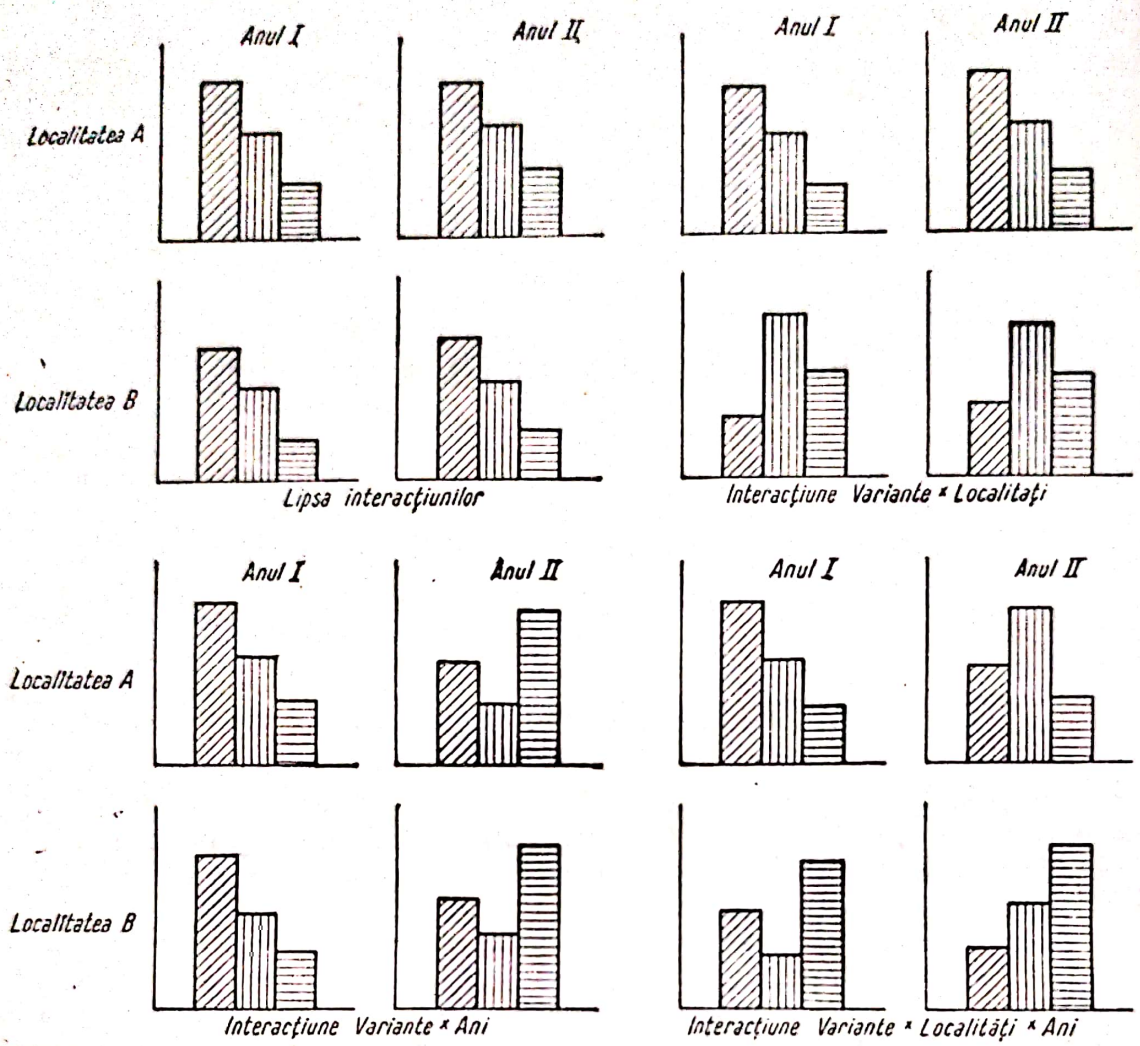


Fig.11.1 — Diferite tipuri de interacțiuni întîlnite la valorificarea seriilor de experiențe

Faptul că, alături de variantele experimentale, condițiile concrete ale anilor și localităților de experimentare constituie unul din factorii determinatori ai producției, sugerează că valorificarea experiențelor în serie poate fi executată după modelul experiențelor polifactoriale cu doi factori (Variante și Ani sau Variante și Localități) sau cu trei factori (Variante, Ani și Localități).

Asemănarea între experiențele în serie și experiențele polifactoriale nu este însă completă și aceasta în primul rînd din cauza interpretării deosebite ce trebuie dată interacțiunii blocurilor cu factorii experimentali.

Într-adevăr, la experiențele anuale, interacțiunea blocuri × variante, adică variația producțiilor unei variante de la o repetiție la alta, reprezintă tocmai fluctuația întîmplătoare, adică eroarea experienței. La o experiență polifactorială anuală cu 2 factori (V_I și V_{II}) eroarea va fi compusă deci din interacțiunile $B \times V_I$, $B \times V_{II}$ și $B \times V_I \times V_{II}$.

La experiențele în serie însă, interacțiunea Blocuri × Ani (sau Blocuri × Localități), adică variația producțiilor blocurilor de la un an la altul, nu afec-

teză precizia concluziilor asupra variantelor şi deci nu face parte din eroare. Eroarea la experienţele în serie va fi deci compusă numai din interacţiunile $B\times V$ şi $B\times V\times A$ în timp ce interacţiunea $B\times A$ este lăsată de obicei neseparată de acţiunea blocurilor.

De altfel, cu excepţia experienţelor staţionare, o astfel de separare a acţiunii blocurilor de interacţiunea $B\times A$, nu ar avea nici un sens, întrucît între blocurile care poartă acelaşi număr în diferite experienţe nu există de fapt nici o legătură.

Calcularea seriilor de experienţe ca experienţe polifactoriale considerînd Anii sau Localităţile ca unul din factorii experimentali, fără a lua în considerare această particularitate, duce deci la obţinerea unei estimaţii a erorii încărcată cu efectul interacţiunii Blocuri×Ani.

Separarea celor două componente ale erorii $B\times V$ şi $B\times V\times A$ este necesară şi posibilă doar la experienţele cu plante perene sau la experienţele staţionare în monocultură, unde blocurile rămîn neschimbate pe teren şi unde efectul variantelor poate fi testat luînd în consideraţie numai fluctuaţia producţiilor medii ale fiecărei variante de la o repetiţie la alta, fără a lua deci în considerare efectul interacţiunii $B\times V\times A$.

O altă caracteristică a experienţelor în serie este că, în anumite condiţii, anii de experimentare şi chiar localităţile, pot fi considerate ca probe întîmplătoare dintr-o populaţie statistică de ani şi localităţi asemănătoare. Aceasta modifică modelul teoretic al analizei şi permite o interpretare mai complexă a rezultatelor după cum vom vedea în cap. 11.3.

11.2. METODA GENERALĂ DE CALCUL

Analiza varianţei pentru experienţele în serie poate fi executată pornind de la datele individuale urmînd, cu precauţiile amintite, modul de calcul al experienţelor polifactoriale.

Astfel, la exemplul simplificat din tabelul 11.1 vom avea:

Tabelul 11.1

Varianta \ Blocul	Anul I				Anul II				V_T
	a	*b*	*c*	V_1	*a*	*b*	*c*	V_2	
1	2	4	3	9	2	1	3	6	15
2	4	3	5	12	6	5	4	15	27
3	1	1	1	3	4	3	2	9	12
B	7	8	9	24	12	9	9	30	$54=\Sigma x=\Sigma V_T$

$$\textit{Scăzătorul}\quad \frac{(\Sigma x)^2}{n.v.a}=\frac{54^2}{3\times 3\times 2}=162$$

$$SP_T=(2^2+4^2+\ldots+3^2+2^2)-162=202-162=40$$

$$SP_{\text{combinații Variante} \times \text{Ani}} = \frac{\Sigma V^2}{n} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.v.a} =$$

$$= \frac{(9^2+12^2+3^2+6^2+15^2+9^2)}{3} - 162 = 192 - 162 = 30.$$

$$SP_V = \frac{\Sigma V_T^2}{n.a} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.v.a} = \frac{15^2+27^2+12^2}{6} - 162 = 183 - 162 = 21$$

$$SP_A = \frac{\Sigma A^2}{n.v} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.v.a} = \frac{24^2+30^2}{9} - 162 = 164 - 162 = 2$$

$$SP_{V \times A} = SP_{\text{comb. } V \times A} - (SP_V + SP_A) = 30 - (21+2) = 7$$

$SP_{\text{combinații Blocuri} \times \text{Ani}}$ (dintr-un tabel bilateral Blocuri × Ani în care nu se calculează totalurile marginale pentru Blocuri) $= \frac{\Sigma B^2}{v} - \frac{(\Sigma x)^2}{n.v.a} =$

$$= \frac{(7^2+8^2 \ldots +9^2)}{3} - 162 = 166{,}6 - 162 = 4{,}6$$

SP_B (conținînd și interacțiunea $B \times A$) $= SP_{\text{comb. } B \times A} - SP_A = 4{,}6 - 2 = 2{,}6$

$SP_E = SP_T - (SP_V + SP_A + SP_{V \times A} + SP_B) = 40 - (21+2+7+2{,}6) = 7{,}4.$

$GL_T = N - 1 = n.v.a - 1 = 17.$

$GL_V = v - 1 = 3 - 1 = 2.$

$GL_A = a - 1 = 2 - 1 = 1.$

$GL_{V \times A} = GL_V \times GL_A = (v\text{-}1)\,(a\text{-}1) = 2$

$GL_B = a\,(n\text{-}1) = 4$

$GL_E = GL_T - (GL_V + GL_A + GL_{V \times A} + GL_B) = 8$

Tabelul 11.2

Cauza variabilității	*SP*	*GL*	s^2
TOTALĂ	40,0	17	
Blocuri	2,6	4	
Ani	2,0	1	
Variante	21,0	2	10,5
Variante × Ani	7,0	2	3,5
Eroare	7,4	8	0,925

Acest mod direct de calcul este justificat numai atunci cînd nu dispunem de valorificarea fiecărei experiențe în parte.

Atunci cînd însă, așa cum este de cele mai multe ori cazul, dispunem de valorificările fiecărei experiențe în parte, calcularea seriilor de experiențe poate fi mult simplificată. Bineînțeles, este necesar ca valorificarea tuturor experiențelor să fi fost executată în unități de același fel.

Scanned with OKEN Scanner

Se poate demonstra, că prin însumarea SP, obținute din valorificările parțiale pe fiecare an, pentru o anumită sursă de variabilitate, se obține o valoare egală cu SP respectiv calculat pentru întreaga serie de experiențe plus SP pentru interacțiunea între sursa respectivă de variabilitate și ani. De exemplu, pentru variante:

$$SP_{V_1}+SP_{V_2}+\cdots+SP_{V_a}=SP_{V_T}+SP_{V\times \text{Ani}}$$

Întrucît pentru blocuri (unde este cazul și pentru coloane) și eroare, separarea interacțiunii cu anii nu este de obicei necesară, valorile SP pentru analiza variației pe mai mulți ani se obțin prin simpla însumare a SP respective din analizele pe ani.

Pentru variante, suma tuturor SP_V din analizele parțiale trebuie divizată în cele două componente. Pentru aceasta se calculează SP_{V_T} pe baza sumelor totale ale variantelor pe mai mulți ani, după formula:

$$SP_{V_T}=\frac{\Sigma V_T^2}{n\,.a}-\frac{(\Sigma V_T)^2}{n\,.v\,.a}$$

SP pentru interacțiunea Variante×Ani se calculează prin scăderea din suma SP_V parțiale.

Pentru completarea tabelului analizei variației se mai poate calcula (deși cel mai adesea nu este necesar) SP_{Ani} după formula:

$$SP_A=\frac{\Sigma A^2}{n\,.v}-\frac{(\Sigma V_T)^2}{n\,.v\,.a}\,.$$

Aceeași regulă este valabilă și pentru gradele de libertate.

Ca verificare suma SP_T din valorificările parțiale plus SP_{Ani} este egală cu SP_T pentru valorificarea întregii serii de experiențe.

Aplicînd această metodă rapidă la exemplul din tabelul 11.1 vom obține din analizele parțiale rezultatele din tabelul 11.3.

Tabelul 11.3

Metoda rapidă de calcul

Cauza variabilității	Valorificări parțiale pe ani						Suma		Valorificarea seriei de experiențe			
	Anul I			Anul II								
	SP	GL	s^2	SP	GL	s^2	ΣSP	ΣGL	Cauza variabilității	SP	GL	s^2
TOTALĂ	18,0	8		20,0	8		38,0	16	—	—	—	—
Blocuri	0,6	2		2,0	2		2,6	4	SP_B	2,6	4	
Variante	14,0	2		14,0	2		28,0	4	SP_V	21,0	2	10,5
									$SP_{V\times A}$	7,0	2	3,5
Eroare	3,4	4	0,85	4,0	4	1,00	7,4	8	SP_E	7,4	8	0,925
									SP_A	2,0	1	
									SP_T	40,0	17	

Pentru completarea acestui tabel este necesar să calculăm numai:

$$SP_V = \frac{15^2+27^2+12^2}{3\times 2} - \frac{(54)^2}{3\times 3\times 2} = 21;\ GL_V = v-1 = 2$$

$SP_{V\times A}$ (prin diferență din $\sum SP_V$) $= 28-21 = 7;\ GL_{V\times A} = 4-2 = 2$

$$SP_A = \frac{24^2+30^2}{3\times 3} - \frac{(54)^2}{3\times 3\times 2} = 2;\ GL_A = a-1 = 1$$

Atragem atenția că în calculul SP_V se pornește de la *sumele* variantelor pe ani. Calculul pornind de la *mediile* variantelor pe ani este de asemenea posibil, dar rezultatele nu sînt direct comparabile cu sumele SP din analizele parțiale. Astfel în exemplul nostru avem mediile:

	Anul I	Anul II	Suma mediilor	Media generală
Varianta 1	3	2	5	2,5
Varianta 2	4	5	9	4,5
Varianta 3	1	3	4	2,0
			18	

$$SP_V \text{ (calculată pe baza mediilor)} = \frac{5^2+9^2+4^2}{2} - \frac{18^2}{6} = 61-54 = 7$$

Se observă că s-a obținut o valoare de trei ori mai mică, care, pentru a fi comparabilă cu restul SP, trebuie deci multiplicată prin numărul repetițiilor.

Avînd în vedere că în interpretarea rezultatelor sînt necesare numai variațele variantelor, interacțiunii variante×ani și erorii, valorificarea seriilor de experiențe este posibilă și dacă nu dispunem în întregime de analizele parțiale. Este necesar să cunoaștem numai variațele erorii din analizele parțiale și mediile variantelor pe ani.

Varianța erorii pentru valorificarea în serie va fi egală cu media variațelor respective din analizele parțiale

$$s^2_{E_T} = \frac{s^2_{E_1} + s^2_{E_2} + \cdots s^2_{E_a}}{a}$$

Astfel în exemplul nostru: $s^2_E = \frac{0{,}85+1{,}00}{2} = 0{,}925$

Varianța variantelor, ca și cea a interacțiunii variante×ani, se pot calcula cu ajutorul mediilor avînd grijă să înmulțim rezultatele obținute cu numărul repetițiilor pentru a le face comparabile cu varianța erorii.

11.3. DOUĂ POSIBILITĂȚI DE INTERPRETARE A REZULTATELOR SERIILOR DE EXPERIENȚE

În seriile de experiențe fiecare variantă este repetată atît în blocurile fiecărei experiențe cît și în diferitele experiențe executate mai mulți ani sau în mai multe localități. Această dublă repetare a variantelor creează posibilitatea a două interpretări diferite a rezultatelor.

Cea dintîi ia în considerație mulțimea condițiilor concrete în care s-a executat fiecare experiență, condiții pentru care repetițiile (blocurile) din fiecare an sau localitate de experimentare, pot fi socotite probe întîmplătoare reprezentative. Această interpretare reflectă exactitatea experiențelor executate, măsura în care rezultatele experienței exprimă o realitate statistică sau reprezintă numai efectul erorilor accidentale prezente în fiecare experiență. În acest caz testele de semnificație vor avea la bază fluctuația întîmplătoare a rezultatelor de la un bloc la altul, adică varianța erorii seriei de experiențe.

Astfel proba F va raporta varianța variantelor s_V^2 la varianța erorii s_E^2 $\left(F=\frac{s_V^2}{s_E^2}\right)$ iar pentru calcularea DL sau a diferențelor semnificative prin testul Duncan se va calcula eroarea diferențelor sau eroarea mediilor pornind de la s_E^2;

$$s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2s_E^2}{n.a}} \text{ și } s_x=\sqrt{\frac{s_E^2}{n.a}}$$

În exemplul din cap. 11.2 vom avea:

$$F=\frac{10,5}{0,925}=11,35 \ (F_{5\%} \text{ pentru } 2 \text{ și } 8 \ GL=4,46)$$

$$s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2\times 0,925}{3\times 2}}=0,55$$

Presupunînd că este vorba de o experiență în care a fost planificată compararea variantelor 2 și 3 cu varianta martor 1 vom calcula $DL\ 5\%=2,31\times$ $\times 0,55=1,27$ (2,31 este valoarea t din tabele corespunzătoare la 8 GL).

Concluzia va fi că, în experiențele executate, variantele s-au dovedit semnificativ diferite, varianta 2 depășind semnificativ martorul, în medie pe cei doi ani de experimentare.

Este important de subliniat că testarea față de varianța erorii permite aprecierea semnificației rezultatelor numai în seria respectivă de experiențe și nu poate sta la baza nici unei deducții asupra a ceea ce se va întîmpla în experiențe viitoare.

Într-adevăr, atunci cînd există interacțiune între variante și ani, mediile generale ale variantelor exprimă pe lîngă influența variantelor experimentate, și influența variației producțiilor acestora de la un an la altul, iar varianța variantelor conține, pe lîngă componentul datorat variantelor, și un component datorat interacțiunii variante×ani. În aceste condiții, o diferență între medii poate apare semnificativă, fie din cauză că există o deosebire reală între variante, fie din cauza fluctuației producțiilor variantelor de la o experiență la alta. Cu alte cuvinte, prin testarea față de varianța erorii, nu se poate separa efectul variantelor de cel al interacțiunii acestora cu anii sau localitățile, și se testează efectul variantelor încărcat de interacțiunile specifice condițiilor concrete de experimentare. De altfel, separarea acestor componente nici nu este logic posibilă, atunci cînd numărul experiențelor este mic.

Dacă însă numărul experiențelor din serie este suficient de mare, modelul teoretic al analizei varianței permite aprecierea separată a componentului da-

torat variantelor, prin testarea față de varianța interacțiunii variante×ani (respectiv variante×localități).

Acest al doilea mod de interpretare, ia în considerație populația statistică a condițiilor de mediu posibile, pentru care anii sau localitățile de experimentare reprezintă o *probă întîmplătoare reprezentativă*. Cu alte cuvinte, se face abstracție de exactitatea fiecărei experiențe în parte, considerîndu-se anii sau localitățile drept repetiții și trăgîndu-se concluzii asupra posibilității repetării rezultatelor în anii următori sau în alte localități din zonă.

Precizarea că anii de experimentare trebuie să constituie o probă reprezentativă pentru populația anilor pentru care se așteaptă obținerea unor concluzii, trebuie să ne îndemne la multă prudență în folosirea acestui mod de interpretare. Concluziile trase pe baza testării față de varianța interacțiunii, pot fi mult denaturate de faptul că un număr mic de ani poate fi numai rareori considerat ca reprezentativ pentru media condițiilor posibile în zonă. Orice experimentator poate sesiza riscul pe care îl prezintă aplicarea acestei interpretări generale, în cazul unor ani netipici care, în realitate, furnizează concluzii valabile doar pentru populația necaracteristică și puțin frecventă a unor condiții aberante.

Dacă însă, o analiză detaliată a principalelor caracteristici meteorologice ale anilor experimentali, în comparație cu distribuția acelorași caracteristici pe un număr mare de ani anteriori, dovedește că anii de experimentare pot fi considerați o probă reprezentativă din populația anilor, testarea față de interacțiunea variante×ani furnizează concluzii generale de un deosebit interes.

În acest caz proba F se execută prin raportarea variației variantelor la varianța interacțiunii variante×ani $\left(F=\frac{s^2_V}{s^2_{V\times A}}\right)$, iar eroarea diferențelor sau eroarea mediilor, pentru testarea diferențelor individuale, se calculează pe baza $s^2_{V\times A}$:

$$s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2s^2_{V\times A}}{n.a}};\quad s_{\bar{x}}=\sqrt{\frac{s^2_{V\times A}}{n.a}}$$

Atragem atenția că formula $s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2s^2_{V\times A}}{a}}$ este valabilă numai atunci cînd varianța interacțiunii este calculată pe baza mediilor.

Aplicînd, spre exemplificare, aceste formule la exemplul nostru din cap. 11.2 (deși, avînd în vedere numărul mic de ani de experimentare aceasta este evident nejustificat), vom obține:

$$F=\frac{10,5}{3,5}=3,0\ (F_{5\%}\text{ pentru 2 și 2 } GL=19,0)$$

$$s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2\times 3,5}{3\times 2}}=1,08$$

$DL\ 5\%=4,30\times 1,08=4,64$ (4,30 este valoarea t din tabele pentru 2 GL).

După cum era de așteptat, din cauza numărului mic de ani de experimentare, proba F nu furnizează date pentru respingerea ipotezei că, la repetarea experienței în anii următori, producția variantelor se va dovedi egală.

Scanned with OKEN Scanner

Diferența dintre varianta 2 și martor (4,5—2,5), fiind mai mică decît *DL* 5%, înseamnă că nu putem afirma că superioritatea variantei 2 se va menține la repetarea experienței în anii următori.

În concluzie reiese că, în stabilirea semnificației rezultatelor experiențelor în serie, sînt posibile două interpretări și anume:

1. Atunci cînd numărul anilor sau localităților este mic, astfel încît seria de experiențe nu poate fi considerată o probă reprezentativă pentru condițiile medii ale zonei, testarea se face *pe baza varianței erorii experiențelor* (s^2_E). În acest caz se stabilește semnificația rezultatelor numai pentru seria respectivă de experiențe executate, fără să se tragă concluzii asupra comportării probabile a variantelor în viitor.

2. Atunci cînd dispunem de un număr mare de ani sau localități de experimentare, care pot fi considerate drept o probă reprezentativă din totalitatea condițiilor pentru care dorim să tragem concluzii, se poate executa testarea *pe baza varianței interacțiunii variante×ani* ($s^2_{V\times A}$) sau *variante×localități* ($s^2_{V\times L}$). În acest caz semnificația rezultatelor se referă la probabilitatea obținerii aceloraşi concluzii la repetarea experienței în viitor.

Experimentatorul trebuie să hotărască singur, în funcție de numărul și tipicitatea experiențelor de care dispune, care din aceste metode de interpretare este mai corectă în fiecare din cazuri.

11.4. VALORIFICAREA SERIILOR DE EXPERIENȚE MONOFACTORIALE CU PLANTE ANUALE PE MAI MULȚI ANI SAU MAI MULTE LOCALITĂȚI

1. VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR EXECUTATE MAI MULȚI ANI ÎN ACEEAȘI LOCALITATE

Exemplul 11.4.1. Să considerăm următoarea serie de experiențe cu soiuri de grîu executată în perioada 1961—1966. Producțiile, calculate la ha, sînt rotunjite în q/ha.

Tabelul 11.4

Soiul \ Blocul	Anul de experimentare: 1961—1962				1962—1963				1963—1964				1964—1965				1965—1966				V_T
	a	*b*	*c*	*V*	*a*	*b*	*c*	*V*	*a*	*b*	*c*	*V*	*a*	*b*	*c*	*V*	*a*	*b*	*c*	*V*	
1	32	35	34	101	35	33	34	102	34	30	36	100	43	44	40	127	48	43	49	140	570
2	23	27	25	75	29	26	30	85	31	34	33	98	43	43	41	127	44	42	45	131	516
3	30	31	33	94	36	34	38	108	29	31	33	93	30	31	32	93	43	41	42	126	514
4(Mt)	29	25	27	81	20	23	21	64	31	33	30	94	34	32	33	99	35	35	38	108	446
				351				359				385				446				505	$2046=\Sigma V_T$

Valorificarea acestei serii de experienţe se face după cum urmează:

1. Se cumulează datele din analizele parţiale pe ani însumînd valorile *SP* şi *GL*.

Tabelul 11.5

Cumularea *SP* şi *GL* din analizele parţiale pe ani

Cauza variabilităţii	1961–62		1962–63		1963–64		1964–65		1965–66		SUMA	
	SP	*GL*	*SP*	*GL*	*SP*	*GL*	*SP*	*GL*	*SP*	*GL*	*SP*	*GL*
TOTAL	167	11	413	11	47	11	342	11	215	11	1184	55
Blocuri	4	2	6	2	6	2	3	2	22	2	41	10
Variante	142	3	389	3	11	3	326	3	181	3	1049	15
Eroare	21	6	18	6	30	6	13	6	12	6	94	30

2. Se calculează SP_{V_T} şi SP_A după formulele:

$$SP_{V_T}=\frac{\Sigma V_T^2}{n.a}-\frac{(\Sigma V_T)^2}{n.v.a}=\frac{570^2+516^2+514^2+446^2}{3\times 5}-\frac{2046^2}{3\times 4\times 5}=516$$

$$SP_A=\frac{\Sigma A^2}{n.v}-\frac{(\Sigma V_T)^2}{n.v.a}=\frac{351^2+359^2+385^2+446^2+505^2}{3\times 4}-\frac{2\,046^2}{3\times 4\times 5}=1\,419$$

3. Se calculează *GL* pentru variante ($GL_{V_T}=v-1=4-1=3$) şi ani ($GL_A=a-1=5-1=4$).

4. Se calculează $SP_{V\times A}$ scăzînd din suma SP_V valoarea SP_{V_T} şi $GL_{V\times A}$ scăzînd din suma GL_V numărul GL_{V_T} (ca verificare $GL_{V\times A}=(v-1)\,(a-1)$.

$SP_{V\times A}=1\,049-516=533$

$GL_{V\times A}=15-3=12$

5. Se alcătuieşte tabelul de analiză a varianţei introducînd în locul restului *SP* şi *GL* sumele respective din tabelul 11.5.

Tabelul 11.6

Analiza varianţei pentru seria de experienţe cu soiuri de grîu

Cauza variabilităţii	*SP*	*GL*	s^2	*Proba F* faţă de eroare	*Proba F* faţă de $s^2_{V\times A}$
Blocuri	41	10			
Ani	1 419	4			
Variante	516	3	172,0	54,9(2,92)	3,87(3,49)
Variante × Ani	533	12	44,4	14,1(2,09)	
Eroare	94	30	3,13		
TOTALĂ	2 603	59			

6. Se efectuează *proba F* pentru s^2_V şi $s^2_{V\times A}$ faţă de varianţa erorii. Compararea valorilor *F* calculate cu cele teoretice arată că în cei 5 ani experimen-

tali s-au manifestat diferențe semnificative între variante. Reacția soiurilor față de condițiile diferiților ani a fost de asemenea semnificativ diferită.

7. Dacă, pe baza analizării datelor meteorologice, cei 5 ani se consideră normali și deci reprezentativi, se efectuează *proba F* și față de $s^2_{V\times A}$. Valoarea F mai mare decît $F_{5\%}$ arată că este posibil ca și la repetarea experienței în viitor soiurile să difere din punct de vedere al producției.

8. Dacă intenționăm să executăm numai comparațiile planificate adică numai comparațiile cu soiul martor 4, vom stabili semnificația diferențelor cu ajutorul *DL*. Calcularea *DL* se poate face:

a) pe baza s^2_E

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,s^2_E}{n.a}} = \sqrt{\frac{2\times 3{,}13}{3\times 5}} = 0{,}64$$

$DL\ 5\% = 0{,}64 \times 2{,}04 = 1{,}30$ q/ha

b) pe baza $s^2_{V\times A}$

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,s^2_{V\times A}}{n.a}} = \sqrt{\frac{2\times 44{,}4}{3\times 5}} = 2{,}43$$

$DL\ 5\% = 2{,}43 \times 2{,}18 = 5{,}29$ q/ha

9. Se apreciază semnificația diferențelor, fie în funcție de s^2_E, fie în funcție de $s^2_{V\times A}$. Producțiile absolute se obțin din totalurile V_T, prin împărțirea la *n.a.*

Tabelul 11.7

Semnificația diferențelor față de eroare și față de interacțiune

Soiul	Producția absolută q/ha	Producția relativă %	Diferența q/ha	Semnificația	
				Față de eroare	Față de interacțiune
1	38,0	127,9	+8,3	***	*
2	34,4	115,8	+4,7	***	—
3	34,2	115,1	+4,5	***	—
4 (Martor)	29,7	100,0	Mt	—	—

Analiza semnificațiilor arată că, deși toate soiurile s-au dovedit în cei 5 ani experimentali foarte semnificativ superioare martorului, din cauza fluctuațiilor mari de la un an la altul, numai despre soiul 1 se poate afirma cu o probabilitate suficient de mică de a greși, că va rămîne superior și în viitor.

Avînd în vedere faptul că interacțiunea variante×ani a fost semnificativă, este util ca tabelul de sinteză a rezultatelor să prezinte și mediile pe ani pentru a permite discutarea reacției soiurilor la condițiile anilor.

Cu toate acestea, dacă anii sînt considerați reprezentativi, analiza mediilor generale rămîne necesară, întrucît nu este posibil să se recomande soiuri diferite pentru condițiile diferiților ani.

Scanned with OKEN Scanner

Acest mod de calcul este valabil, indiferent de modul de așezare, dacă numărul repetițiilor este același în toți anii.

Pentru experiențele așezate în grilaje se vor folosi în calcul sumele corectate ale variantelor și varianța efectivă a erorii.

II. VALORIFICAREA EXPERIENȚELOR EXECUTATE ÎNTR-UN SINGUR AN ÎN MAI MULTE LOCALITĂȚI

Modul de calcul al seriilor de experiențe, executate în mai multe localități este același ca și la seriile de experiențe repetate mai mulți ani.

Bineînțeles în tot cursul analizei cuvîntul „ani" este înlocuit prin „localități". Vom avea deci *SP* localități și *SP* variante×localități.

O deosebire importantă apare în interpretarea interacțiunii variante×localități. Într-adevăr, dacă interacțiunea variante×ani nu poate fi înlăturată, ci trebuie luată în considerație pentru a determina variantele care se dovedesc în medie superioare, la interacțiunea variante×localități o astfel de abordare a problemei ar fi lipsită de logică.

Prezența unei interacțiuni semnificative variante×localități dovedește că în diferitele localități comportarea variantelor nu a fost aceeași. Recomandarea unui soi sau a unei măsuri agrotehnice într-o regiune, pe baza comportării medii, deși analiza statistică dovedește că cerințele diferitelor zone ale regiunii sînt deosebite, ar fi evident o greșeală.

De aceea, atunci cînd într-o serie de experiențe interacțiunea variante×localități este mare, trebuie să se subdividă regiunea în zone mai mici în care comportarea variantelor să fie asemănătoare și deci, interacțiunea variante×localități mică.

Așadar studiul interacțiunilor variante×localități permite delimitarea zonelor în care recomandările experimentale pot fi aceleași (P. A. Miller, J. C. Williams și H. F. Robinson 1959, G. H. L. Liang, E. G. Heyne și T. L. Walter 1966).

Aceste considerente, ca și faptul că numai rareori localitățile de experimentare pot fi considerate ca o probă întîmplătoare reprezentativă din totalitatea localităților, fac ca, în multe cazuri, interacțiunea variante×localități să nu fie indicată pentru testarea acțiunii variantelor, testarea făcîndu-se numai față de varianța erorii.

III. VALORIFICAREA SERIILOR DE EXPERIENȚE CU NUMĂR DIFERIT DE REPETIȚII

Atunci cînd experiențele dintr-o serie au avut un număr diferit de repetiții, valorificarea combinată pe mai mulți ani sau mai multe localități întîmpină unele dificultăți, legate de estimarea corectă a varianței erorii și de posibilitatea folosirii *probei F* în testarea semnificației variantelor față de interacțiune.

Scanned with OKEN Scanner

După cum arată Cochran și Cox (1964) pentru valorificarea seriilor de experiențe de mărime inegală sînt posibile două metode, fiecare din ele prezentînd avantaje în anumite cazuri.

Cea dintîi metodă, care folosește în calcul *datele ponderate în funcție de numărul de repetiții*, dă rezultate mai exacte în testarea interacțiunii variantelor cu anii sau localitățile, dar nu permite o testare precisă a acțiunii variantelor decît atunci cînd această interacțiune este neglijabilă.

Analiza datelor *neponderate* este preferabilă pentru testarea corectă a acțiunii variantelor, atunci cînd există interacțiune între acestea și condițiile de mediu.

Avînd în vedere faptul că, în majoritatea experiențelor agricole, ne interesează în primul rînd testarea acțiunii variantelor și, în cele mai multe cazuri, există interacțiuni semnificative cu condițiile de mediu, vom prezenta numai metoda de calcul pentru analiza neponderată. Această metodă are și avantajul de a fi mai simplă.

Pentru analiza neponderată calculul s^2_V, s^2_A și $s^2_{V\times A}$ se face pe baza mediilor variantelor pe ani, neluînd în seamă numărul repetițiilor din care aceste medii sînt obținute. O valoare comparabilă pentru varianța erorii se obține cu ajutorul formulei:

$$s^2_E = \frac{1}{a}\left(\frac{s^2_{E_1}}{n_1} + \frac{s^2_{E_2}}{n_2} + \ldots + \frac{s^2_{Ea}}{n_a}\right)$$

unde:

s^2_E reprezintă varianța erorii pentru seria de experiențe;

$s^2_{E_1}$, $s^2_{E_2}$ etc. — varianțele erorii pentru fiecare experiență în parte;

n_1, n_2 etc. — numărul repetițiilor pentru fiecare experiență în parte;

a — numărul experiențelor (anilor sau localităților).

Varianțele fiind obținute pe baza mediilor, formulele pentru calcularea $s_{\bar{d}}$ și $s_{\bar{x}}$ vor avea la numitor numai numărul experiențelor (a).
Deci:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s^2_E}{a}} \quad \text{și} \quad s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2_E}{a}}$$

Pentru calcularea numărului GL rămîn valabile aceleași reguli adică: $GL_V = v-1$; $GL_A = a-1$; $GL_{V\times A} = (v-1)(a-1)$; GL_E = Suma GL_E din experiențele individuale.

Exemplul 11.4.2. Vom exemplifica valorificarea seriilor de experiențe cu număr diferit de repetiții la o experiență cu 4 linii de grîu executată timp de 5 ani. În primul an experiența a fost așezată în blocuri randomizate cu 3 repetiții, în al doilea an în patrat latin cu 4 repetiții, iar în anii următori în blocuri randomizate cu 5 repetiții.

Producțiile medii pe ani, rotunjite în q/ha, împreună cu restul datelor necesare din analizele parțiale, sînt prezentate în tabelul 11.8.

1. Se calculează scăzătorul după formula:

$$Scăzătorul = \frac{692^2}{20} = 23\,943$$

Tabelul 11.8

Producțiile medii pe ani ale experienței cu linii de grîu

Varianta	Anul 1	Anul 2	Anul 3	Anul 4	Anul 5	Total V	Media generală
1	34	35	34	42	47	192	38,4
2	26	36	33	43	44	182	36,4
3	30	29	32	31	43	165	33,0
4	24	19	31	39	40	153	30,6
Total A	114	119	130	150	174	692	
Nr. repetiții n	3	4	5	5	5		
s^2_E	6,0	4,4	4,0	6,0	5,5		
GL_E	6	6	12	12	12	48	

2. Se calculează $SP_{combinații}$ pornind de la mediile pe ani:

$$SP_{combinații}=(34^2+26^2+\ldots+40^2)-\frac{692^2}{20}=1\,007$$

3. Se calculează SP_V pornind de la totalurile generale ale mediilor:

$$SP_V=\frac{192^2+182^2+165^2+153^2}{5}-\frac{692^2}{20}=181$$

4. Se calculează SP_A pornind de la totalurile mediilor pe ani:

$$SP_A=\frac{114^2+119^2+\ldots+174^2}{4}-\frac{692^2}{20}=646$$

5. Se calculează $SP_{V\times A}$ prin scăderea din $SP_{combinații}$:

$$SP_{V\times A}=SP_{combinații}-(SP_V+SP_A)=1\,007-(181+646)=180.$$

6. Se calculează s^2_E după formula:

$$s^2_E=\frac{1}{a}\left(\frac{s^2_{E_1}}{n_1}+\frac{s^2_{E_2}}{n_2}+\ldots+\frac{s^2_{Ea}}{n_a}\right)=\frac{1}{5}\left(\frac{6,0}{3}+\frac{4,4}{4}+\frac{4,0}{5}+\frac{6,0}{5}+\frac{5,5}{5}\right)=1,24$$

7. Se alcătuiește tabelul de analiza variației (tabelul 11.9).

Tabelul 11.9

Analiza variației pentru seria de experiențe cu linii de grîu

Cauza variabilității	SP	GL	s^2	Proba F	
				față de s^2_E	față de $s^2_{V\times A}$
Ani	646	4			
Variante	181	3	60,3	48,6(2,79)	4,02(3,49)
Variante × Ani	180	12	15,0	12,0(2,79)	
Eroare		48	1,24		

8. Se execută *proba F* față de eroare și, dacă anii sînt considerați reprezentativi, față de interacțiunea variante×ani. Rezultatele indică diferențe semnificative între variante atît în anii de experimentare cît și la o eventuală repetare a experienței.

9. Pentru testarea diferențelor individuale față de una din variante ca martor se calculează $s_{\bar{d}}$ după formulele:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2.s_E^2}{a}} = \sqrt{\frac{2\times 1{,}24}{5}} = 0{,}70$$

sau

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2.s_{V\times A}^2}{a}} = \sqrt{\frac{2\times 15{,}0}{5}} = 2{,}44$$

11.5. VALORIFICAREA SERIILOR DE EXPERIENȚE POLIFACTORIALE CU PLANTE ANUALE

Posibilitatea calculării seriilor de experiențe prin combinarea analizelor parțiale, permite o valorificare ușoară și a experiențelor polifactoriale executate mai mulți ani sau în mai multe localități.

După cum am mai arătat, prin însumarea *SP* din analizele parțiale se obține o valoare egală cu *SP* al sursei respective a variabilității, pentru întreaga serie de experiențe, plus *SP* al interacțiunii acestei surse cu anii.

Pentru cauzele variabilității pentru care separarea acestor două componente nu este necesară (Blocuri, Eroare (*a*), Eroare (*b*) etc.), simpla însumare a *SP* din analizele separate pe ani duce la obținerea *SP* respective pentru întreaga serie de experiențe.

Pentru variante, adică, în cazul experiențelor polifactoriale, pentru acțiunile principale ale factorilor și pentru interacțiunile între factori, este necesară subdivizarea sumelor *SP* într-o parte datorată influenței sursei respective a variabilității în medie pe toți anii și o alta corespunzătoare fluctuației în manifestarea acestei influențe de la un an la altul. Pentru aceasta se alcătuiesc tabele bilaterale pentru fiecare pereche de factori experimentali, ca și la valorificările anuale, unde se introduc însă sumele producțiilor pe toți anii experimentali. Pe baza acestor tabele se determină *SP* pentru fiecare factor și interacțiune între factori, iar *SP* pentru interacțiunile acestora cu anii se determină apoi prin diferență.

Testarea semnificațiilor se face, după caz, fie față de eroare, folosind pentru fiecare factor sau interacțiune eroarea corespunzătoare, fie față de interacțiunea cu anii, în care caz fiecare sursă de variabilitate se testează față de interacțiunea ei cu anii.

Aplicînd această metodă, devine ușor calculabilă și valorificarea experiențelor polifactoriale cu mai mult de doi factori.

În afară de aceasta, se evită confundarea interacțiunii blocuri×ani cu erorile experimentale, ceea ce se realizează mai greu dacă valorificarea se face considerînd anii ca un factor suplimentar.

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul 11.5.1. Pentru exemplificare vom considera următoarea experiență polifactorială de tipul 2×3 în trei repetiții ($n=3$) așezată în parcele subdivizate, cu 3 soiuri de grîu ($s=3$) pe două agrofonduri ($f=2$), executată timp de trei ani ($a=3$) (tabelul 11.10).

Tabelul 11.10

Datele de producție la experiența polifactorială 2×3

		Anul I				Anul II				Anul III			
		a	*b*	*c*	*V*	*a*	*b*	*c*	*V*	*a*	*b*	*c*	*V*
Agrofond 1	Soiul 1	32	24	23	79	22	20	19	61	28	21	24	73
	Soiul 2	33	26	26	85	27	27	20	74	26	23	27	76
	Soiul 3	27	19	20	66	19	18	14	51	22	17	22	61
Agrofond 2	Soiul 1	34	31	28	93	34	33	27	94	34	27	28	89
	Soiul 2	41	42	37	120	31	29	26	86	34	32	34	100
	Soiul 3	32	24	26	82	23	25	19	67	25	24	28	77
					525				433				476

1. Se cumulează datele din analizele parțiale pe ani (tabelul 11.11).

Tabelul 11.11

Cumularea analizelor parțiale pe ani

Cauza variabilității	Anul I		Anul II		Anul III		Sume	
	SP	*GL*	*SP*	*GL*	*SP*	*GL*	*SP*	*GL*
Blocuri	147	2	94	2	57	2	298	6
Agrofonduri	235	1	207	1	174	1	616	3
Eroare (*a*)	14	2	1	2	3	2	18	6
Soiuri	273	2	175	2	123	2	571	6
Soiuri × Agrofonduri	45	2	41	2	8	2	94	6
Eroare (*b*)	25	8	17	8	30	8	72	24

2. Se alcătuiește tabelul bilateral Agrofonduri×Soiuri, folosind sumele pe mai mulți ani ale variantelor. Astfel de exemplu, pentru varianta Agrofond 1—Soi 1 vom avea:

$$79+61+73=213 \text{ ș.a.m.d.}$$

Tabelul 11.12

Tabelul bilateral agrofond x soiuri cu sumele pe 3 ani

	Agrofond 1	Agrofond 2	Total Soi	Medii Soi
Soiul 1	213	276	489	27,1
Soiul 2	235	306	541	30,0
Soiul 3	178	226	404	22,4
Total Agrofond	626	808	1 434 = Σx	
Medii Agrofond	23,1	29,9		

Scanned with OKEN Scanner

3. Se calculează *SP* după formulele:

$$SP_{Agrofond} = \frac{\Sigma(\text{Agrof.}^2)}{n \cdot a \cdot s} - \frac{(\Sigma x)^2}{n \cdot s \cdot f \cdot a} = \frac{626^2+808^2}{3\times3\times3} - \frac{1\,434^2}{3\times3\times2\times3} = 614$$

$$SP_{Sol} = \frac{\Sigma(\text{Soi}^2)}{n \cdot a \cdot f} - \frac{(\Sigma x)^2}{n \cdot s \cdot f \cdot a} = \frac{489^2+541^2+404^2}{3\times3\times2} - \frac{1\,434^2}{3\times3\times2\times3} = 532$$

$$SP_{combinații} = \frac{(213^2+276^2+\cdots+226^2)}{3\times3} - \frac{1\,434^2}{3\times3\times2\times3} = 1\,160$$

$$SP_{Soiuri\times Agrofond} = 1160-(614+532) = 14.$$

Pentru aceste surse de variabilitate, formulele pentru aflarea *GL* sînt aceleași ca și la analizele anuale, adică

$$GL_f=(f-1)=1;\ GL_s=(s-1)=2;\ GL_{s\times f}=(f-1)(s-1)=2.$$

4. Se descompun sumele *SP* din tabelul 11.11 scăzînd *SP* aflate la punctul 3, astfel:

— Suma $SP_{Agrofond}=616$ cu $3GL$ se descompune în:

$SP_{Agrofond}=614$ cu 1 *GL* și

$SP_{Agrofond\times Ani}=2$ cu 2 *GL*

— Suma $SP_{Soi}=571$ cu 6 *GL* se descompune în:

$SP_{Soi}=532$ cu 2 *GL* și

$SP_{Soi\times Ani}=39$ cu 4 *GL*.

— Suma $SP_{Soi\times Agrofond}=94$ cu 6 *GL* se descompune în:

$SP_{Soi\times Agrofond}=14$ cu 2 *GL* și

$SP_{Soi\times Agrofond\times Ani}=80$ cu 4 *GL*.

5. Pentru completarea tabelului de analiza variației (tabelul 11.13) se poate calcula și

$$SP_{Ani} = \frac{\Sigma Ani^2}{n \cdot s \cdot f} - \frac{(\Sigma x)^2}{n \cdot a \cdot s \cdot f} = \frac{525^2+433^2+476^2}{3\times3\times2} - \frac{1\,434^2}{3\times3\times2\times3} = 236 \text{ cu } (a-1)=2\,GL.$$

6. Testarea semnificației rezultatelor se poate face pe două căi:

a) Atunci cînd numărul anilor este considerat prea mic pentru a se trage concluzii asupra mediei condițiilor posibile, se execută testarea față de eroare. În acest caz modul de lucru este asemănător celui de la experiențele anuale. În *proba F* varianța factorului principal și a interacțiunii acestuia cu anii se raportează la eroarea (*a*) în timp ce varianța factorului secundar, a interacțiunii între factori și variantele interacțiunii acestora cu anii se testează față de eroarea (*b*).

Formulele pentru aflarea erorii diferențelor sînt aceleași ca și la experiențele anuale, cu deosebirea că sub radical, la numitor, se introduce și numărul anilor de experimentare.

Tabelul 11.13

Analiza varianței pentru seria de experiențe polifactoriale

Cauza variabilității	SP	GL	s^2	Proba F	
				față de eroare	față de interacțiune
Ani	236	2			
Blocuri	298	6			
Agrofonduri	614	1	614	$F=\frac{614}{3}=204^{**}$	$F=\frac{614}{1}=614^{**}$
Agrofonduri × Ani	2	2	1	$F=\frac{1}{3}=0{,}33$	
Eroare (*a*)	18	6	3		
Soiuri	532	2	266	$F=\frac{266}{3}=88^{**}$	$F=\frac{266}{9{,}7}=27{,}4^{**}$
Soiuri × Ani	39	4	9,7	$F=\frac{9{,}7}{3}=3{,}2^{**}$	
Soiuri × Agrofond	14	2	7	$F=\frac{7}{3}=2{,}3$	$F=\frac{7}{20}=0{,}35$
Soiuri × Agrofond × Ani	80	4	20	$F=\frac{20}{3}=6{,}6^{**}$	
Eroare (*b*)	72	24	3		

Astfel:

— pentru compararea a două medii ale factorului agrofond, eroarea diferenței va fi:

$$s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2s^2_{E(a)}}{n\cdot s\cdot ani}}=\sqrt{\frac{2\times 3}{3\times 3\times 3}}=0{,}47$$

$$DL\ 5\%=0{,}47\times 2{,}45=1{,}15\ \text{q/ha}\qquad (GL=6)$$

— pentru compararea a două medii ale factorului soi:

$$s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2s^2_{E(b)}}{n\cdot f\cdot ani}}=\sqrt{\frac{2\times 3}{3\times 2\times 3}}=0{,}57$$

$$DL\,5\%=0{,}57\times 2{,}06=1{,}17\ \text{q/ha}\qquad (GL=24)$$

ș.a.m.d.

Concluziile trase vor fi valabile pentru seria respectivă de experiențe, fără a se face deducții asupra comportării probabile în alte experiențe.

b) Atunci cînd numărul anilor este suficient de mare și condițiile anilor de experimentare sînt considerate reprezentative, astfel că se pot trage concluzii asupra repetării rezultatelor în viitor, se execută testarea față de interacțiunile cu anii.

În acest caz pentru *proba F* fiecare variantă se raportează la interacțiunea ei cu anii, de exemplu varianța factorului agrofond la varianța interacțiunii

agrofond×ani, varianța interacțiunii agrofond×soi la interacțiunea triplă agrofond×soi×ani etc.

Pentru testarea diferențelor individuale între mediile fiecărui factor se recomandă folosirea $s_{\bar{d}}$ calculată pe baza varianței interacțiunii factorului respectiv cu anii, atunci cînd această interacțiune este semnificativă. De exemplu pentru factorul soi:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s^2_{Soi\times Ani}}{n \cdot a}} = \sqrt{\frac{2\times 9,7}{3\times 3}} = 1,44$$

$$DL\ 5\%=1,44\times 2,78=4,00\ \text{q/ha} \qquad (GL=2).$$

Pentru testarea diferențelor între mediile diferitelor combinații de factori este indicat să se folosească la calcularea $s_{\bar{d}}$, varianța interacțiunii totale variante×ani, calculată prin însumarea SP și GL ale tuturor interacțiunilor factorilor și interacțiunilor lor cu anii. Deci:

$$s^2_{V\times A} = \frac{SP_{V\times A}}{GL_{V\times A}} = \frac{2+39+80}{2+4+4} = 12,1$$

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2s^2_{V\times A}}{n \cdot a}} = \sqrt{\frac{2\times 12,1}{3\times 3}} = 1,64$$

$$DL\ 5\%=1,64\times 2,23=3,65\ \text{q/ha} \qquad (GL=10).$$

11.6. VALORIFICAREA SERIILOR DE EXPERIENȚE CU PLANTE PERENE SAU A SERIILOR DE EXPERIENȚE STAȚIONARE ÎN MONOCULTURĂ

Caracteristica seriilor de experiențe cu plante perene, ca și a seriilor de experiențe staționare în monocultură, este că dispozitivul experimental rămîne neschimbat pe teren, parcelele ocupînd aceeași poziție în decursul anilor experimentali.

Aceasta face posibilă subdivizarea varianței erorii în două părți:

— o parte care reprezintă interacțiunea între blocuri și variante (adică fluctuația întîmplătoare a sumelor producțiilor pe fiecare parcelă, făcînd abstracție de acțiunea anilor), care se folosește la testarea acțiunii variantelor;

— o parte care reprezintă interacțiunea triplă blocuri×variante×ani care se folosește la testarea interacțiunii variantelor cu anii.

Această subdivizare a erorii permite o apreciere mai corectă a semnificațiilor.

Datorită faptului că parcelele rămîn neschimbate pe teren, devine posibilă, deși de obicei inutilă, subdivizarea influenței neuniformităților sistematice ale solului, în acțiunea blocurilor și interacțiunea blocuri×ani.

Valorificarea unor astfel de serii de experiențe se poate face după metoda parcelelor subdivizate considerînd variantele ca factor principal, iar anii ca factor secundar. În acest caz va trebui să nu uităm să excludem din cadrul erorii (*b*) interacțiunea Blocuri×Ani care, potrivit calculului obișnuit al parcelelor subdivizate, va apare cumulată cu eroarea.

Scanned with OKEN Scanner

Atunci cînd dispunem de valorificările parțiale, pe ani, ale experiențelor, valorificarea întregii serii devine mult mai simplă. În acest caz se însumează în primul rînd SP din analizele parțiale. Pentru subdivizarea sumelor SP_V, SP_B și SP_E se alcătuiește un tabel bilateral Blocuri×Variante, în care se includ totalurile producțiilor obținute pe fiecare parcelă în toți anii de experimentare. Pe baza acestui tabel se calculează SP_V, SP_B și $SP_{Eroare\ (a)}$ (adică $SP_{B\times V}$) iar prin diferență din sumele SP corespunzătoare din analizele parțiale se află $SP_{V\times A}$, $SP_{B\times A}$ și $SP_{Eroare\ (b)}$ (adică $SP_{B\times V\times A}$).

Testarea acțiunii variantelor se poate face fie față de eroare, în care caz concluziile sînt valabile pentru seria respectivă de experiențe, fie față de interacțiunea Variante×Ani, în care caz concluziile au o valabilitate mai largă, extinzîndu-se asupra totalității anilor pentru care anii de experimentare sînt o probă reprezentativă.

O situație deosebită este în cazul culturilor perene cu ciclu biologic scurt (de exemplu lucerna), la care influența condițiilor meteorologice ale anilor este inseparabilă de influența vîrstei culturii. În acest caz testarea față de interacțiunea variante×ani ar fi nereală și de aceea, de obicei, este mai indicat ca rezultatele să fie prezentate sub formă de producții totale pe mai mulți ani, care să fie testate față de eroare (adică interacțiunea $B\times V$).

Exemplul 11.6.1. Vom exemplifica modul de calcul al seriilor de experiențe cu plante perene la o experiență cu îngrășăminte azotate executată pe o pajiște naturală. Producțiile de masă verde rotunjite (suma coaselor) sînt prezentate în tabelul 11.14.

Tabelul 11.14

Producțiile de masă verde în experiența cu îngrășăminte pe pajiște

Anul	1961					1962					1963				
Blocul / Varianta	*a*	*b*	*c*	*d*	*V*	*a*	*b*	*c*	*d*	*V*	*a*	*b*	*c*	*d*	*V*
1 (Neîngrășat)	48	44	48	43	183	32	29	29	27	117	39	32	30	26	127
2 (N_{50})	81	66	70	54	271	49	41	36	33	159	60	57	50	54	221
3 (N_{100})	87	92	83	81	343	42	50	40	42	174	64	61	60	60	245
Total	216	202	201	178	797	123	120	105	102	450	163	150	140	140	593

1. Se cumulează SP și GL din analizele parțiale pe ani (tabelul 11.15).

Tabelul 11.15

Cumularea SP din analizele parțiale

Cauzele variabilității	1961		1962		1963		Suma	
	SP	*GL*	*SP*	*GL*	*SP*	*GL*	*SP*	*GL*
Total	3 675	11	655	11	2 099	11	6 429	33
Variante	3 210	2	436	2	1 944	2	5 590	6
Blocuri	248	3	111	3	199	3	478	9
Eroare	223	6	108	6	36	6	367	18

Scanned with OKEN Scanner

2. Se alcătuieşte un tabel bilateral Blocuri×Variante unde se includ sumele pe 3 ani pentru fiecare parcelă (tabelul 11.16). Astfel, pentru Varianta 1, blocul *a*: 48+32+39=119 ş.a.m.d.

Tabelul 11.16

Tabelul bilateral Blocuri × Variante

Blocul / Varianta	*a*	*b*	*c*	*d*	Total	Media generală
1	119	105	107	96	427	35,5
2	190	164	156	141	651	54,2
3	193	203	183	183	762	63,5
B	502	472	446	420	1 840	

3. Se calculează SP_V, SP_B şi $SP_{B\times V}$, după cum urmează:

$$SP_V = \frac{427^2+651^2+762^2}{3\times 4} - \frac{1\,840^2}{3\times 4\times 3} = 4858 \text{ cu } v-1=2\,GL$$

$$SP_B = \frac{502^2+472^2+446^2+420^2}{3\times 3} - \frac{1\,840^2}{3\times 4\times 3} = 416 \text{ cu } b-1=3\,GL$$

$$SP_{combinaţii} = \frac{119^2+105^2+\ldots+183^2}{3} - \frac{1\,840^2}{3\times 4\times 3} = 5\,460$$

$$SP_{B\times V}=5\,460-(4\,858+416)=186 \text{ cu } (v-1)(b-1)=6\ GL$$

4. Se calculează $SP_{V\times A}$, $SP_{B\times A}$ şi $SP_{B\times V\times A}$ prin diferenţă din sumele corespunzătoare din tabelul 11. 15.

$$SP_{V\times A}=5\,590-4\,858=732 \text{ cu } 6-2=4\ GL$$

$$SP_{B\times A}=478-416=62 \text{ cu } 9-3=6\ GL.$$

$$SP_{B\times V\times A}=367-186=181 \text{ cu } 18-6=12\ GL.$$

5. Se alcătuieşte tabelul de analiză a varianţei (tabelul 11.17).

6. Se execută *proba F* faţă de eroare, testînd $s^2_{\bar{V}}$ faţă de varianţa erorii (*a*) şi $s^2_{V\times A}$ faţă de varianţa erorii (*b*). Ambele valori depăşesc cifrele din tabele pentru $F_{1\%}$ deci experienţele arată diferenţe distinct semnificative între variante dar şi în comportarea acestora în cei trei ani de experimentare.

Numărul experienţelor fiind mic testarea faţă de interacţiunea *V*x*A* este puţin probabil să conducă la concluzii corecte.

7. Pentru testarea diferenţelor individuale faţă de martorul neîngrăşat se calculează *DL* pe baza $s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2s^2_{Ea}}{n\,.ani}}=\sqrt{\frac{2\times 31}{4\times 3}}=2{,}27.$

Numărul anilor de experimentare fiind mic nu se vor calcula diferenţele limită pornind de la $s^2_{V\times A}$, decît dacă se consideră condiţiile anilor ca foarte reprezentative. În acest caz $s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2s^2_{V\times A}}{n\cdot ani}}$.

Tabelul 11.17

Analiza variației pentru experiența cu îngrășăminte pe pajiște

Cauza variabilității	*SP*	*GL*	s^2	*Proba F*	
				față de eroare	față de interacțiunea $V \times A$
Blocuri	416	3			
Blocuri × Ani	62	6			
Variante	4 858	2	2 429	$F = \frac{2\,429}{31} = 78{,}3^{**}$	$F = \frac{2\,429}{183} = 13{,}2^{*}$
Eroare $(a) = (B \times V)$	186	6	31		
Variante × Ani	732	4	183	$F = \frac{183}{15} = 12{,}2^{**}$	
Eroare $(b) = (B \times V \times A)$	181	12	15		

8. Variantele experimentate fiind de natură cantitativă și dozele de îngrășămînt fiind egal distanțate, se pot calcula caracteristicile curbelor de răspuns, după metodica din cap. 8.9 (III). Pentru producțiile medii pe 3 ani curba de răspuns va fi definită de panta 14,0 cu eroarea standard 1,96 și curbura —4,7 cu eroarea standard 3,40.

Mai interesantă este analiza curbelor de răspuns separat pe ani. Se va putea observa că cea mai mare pantă a fost obținută în primul an de aplicare a îngrășămintelor, în timp ce curbura a crescut de la —2,0 în primul an la —8,7 în al treilea an de aplicare a îngrășămintelor, indicînd o scădere a reacției la dozele mari.

11.7. VALORIFICAREA SERIILOR DE EXPERIENȚE EXECUTATE MAI MULȚI ANI ÎN MAI MULTE LOCALITĂȚI

Multe experiențe se execută conform unui plan unic în mai multe localități, vreme de mai mulți ani. Valorificarea comună a unor astfel de experiențe poate fi deosebit de interesantă, conducînd la concluzii de o largă generalitate.

Caracteristica unor astfel de serii de experiențe este aceea că, alături de acțiunea factorilor controlați în fiecare experiență, apar interacțiunile duble ale acestora cu anii și cu localitățile și interacțiunea triplă între factorii controlați, ani și localități.

Seriile de experiențe pe mai mulți ani și mai multe localități vor putea fi deci valorificate ca experiențe trifactoriale cu factorii: Variante, Ani și Localități, urmărind însă ca interacțiunile Blocuri × Ani, Blocuri × Localități și Blocuri × Ani × Localități să fie separate de eroare.

Atunci cînd dispunem însă, de valorificările fiecărei experiențe în parte, folosirea muncii deja investite în aceste analize poate să simplifice mult valori-

ficarea comună a seriei. Într-adevăr între SP din analizele parțiale și SP din analiza comună există o relație analogă celei cunoscute deja din cap. 11.2. Astfel de exemplu pentru variante:

$$\sum (SP_V \text{ din analizele parțiale}) = SP_V + SP_{V\times A} + SP_{V\times L} + SP_{V\times L\times A}$$

Cum pentru blocuri și eroare, separarea celor patru termeni ai sumei nu este necesară (cu excepția plantelor perene) înseamnă că SP_B și SP_E pentru valorificarea comună se vor obține prin simpla însumare a SP respective din analizele parțiale.

Pentru variante, separarea se obține ușor prin alcătuirea a două tabele bilaterale Variante×Ani și Variante×Localități, care permit calcularea SP_V, $SP_{V\times A}$ și $SP_{V\times L}$. Valoarea $SP_{V\times L\times A}$ se obține apoi prin diferență.

Pentru a face înțeleasă metodica de testare a semnificațiilor la valorificarea pe mai mulți ani și mai multe localități este necesar să facem apel la analiza componentelor varianțelor. Tabelul 11.18 prezintă după Cochran și Cox (1964) componentele varianțelor la analiza pe mai mulți ani și mai multe localități.

Tabelul 11.18

Cauza variabilității	Estimația	Componentele varianțelor
Variante	s^2_V	$\sigma^2_E + \sigma^2_{VLA} + l\cdot\sigma^2_{VA} + a\cdot\sigma^2_{VL} + al\frac{\Sigma(T-\bar{T})^2}{v-1}$
Interacțiunea Variante × Localități	$s^2_{V\times L}$	$\sigma^2_E + \sigma^2_{VLA} + a\cdot\sigma^2_{VL}$
Interacțiunea Variante × Ani	$s^2_{V\times A}$	$\sigma^2_E + \sigma^2_{VLA} + l\cdot\sigma^2_{VA}$
Interacțiunea Variante × Localități×Ani	$s_{V\times L\times A}$	$\sigma^2_E + \sigma^2_{VLA}$
Eroare	s^2_E	σ^2_E

După cum am mai arătat (cap. 8.8) *proba F* permite depistarea existenței acestor componente ale varianțelor. Pentru aceasta este însă necesar ca varianțele folosite la numărător și numitor să difere printr-un singur component. Astfel de exemplu pentru a testa existența componentului datorit interacțiunii triple Variante×Localități×Ani (σ^2_{VLA}) numitorul potrivit pentru proba F va fi varianța erorii. Dacă raportul $\frac{s^2_{V\times L\times A}}{s^2_E}$ va fi semnificativ mai mare ca 1 vom putea afirma că aceasta se datorește prezenței componentului σ^2_{VLA} datorat interacțiunii triple.

Scanned with OKEN Scanner

În același fel putem deduce că pentru testarea interacțiunilor $V \times A$ și $V \times L$ numitorul adecvat este interacțiunea triplă deoarece, în acest caz, o valoare semnificativă a lui F va putea fi atribuită prezenței componentului datorit interacțiunii $V \times A$ respectiv $V \times L$.

Pentru testarea variației variantelor este însă evident că nici una din variante nu corespunde ca numitor în *proba F*.

Într-adevăr, dacă prin raportarea la varianța erorii vom obține o valoare F semnificativă, nu vom putea ști dacă aceasta se datorește componentului care exprimă acțiunea variantelor sau celorlalte componente datorite interacțiunilor. De aceea, testarea față de eroare este recomandabilă numai atunci cînd, din cauza numărului mic sau netipicității anilor sau localităților se consideră că această separare nici nu este logic posibilă. Concluziile se vor referi așadar, numai la condițiile concrete în care a fost făcută experimentarea (cap. 11.3).

Nici testarea față de interacțiunea triplă, recomandată de M u d r a (1952) nu asigură estimarea separată a componentului datorit variantelor, decît dacă ambele interacțiuni $V \times A$ și $V \times L$ sînt inexistente.

C o c h r a n și C o x (1964) recomandă de aceea folosirea raportului

$$F = \frac{s^2_V + s^2_{V \times L \times A}}{s^2_{V \times L} + s^2_{V \times A}}$$

cu $n_1 = \dfrac{(s^2_V + s^2_{V \times L \times A})^2}{\dfrac{s^4_V}{GL_V} - \dfrac{s^4_{V \times L \times A}}{GL_{V \times L \times A}}}$ și $n_2 = \dfrac{(s^2_{V \times L} + s^2_{V \times A})^2}{\dfrac{s^4_{V \times L}}{GL_{V \times L}} - \dfrac{s^4_{V \times A}}{GL_{V \times A}}}$ grade de libertate

În practică, situația este de obicei mult simplificată prin aceea că, după cum am arătat în cap. (11.4.II), este recomandabil să grupăm astfel localitățile de experimentare, ca interacțiunea variante×localități să fie cît mai mică, pentru a putea face recomandări comune pentru întreaga zonă reprezentată de acestea. În acest caz, considerînd componentul σ^2_{VL}, datorit interacțiunii variante×localități, egal cu zero, se poate obține o testare corectă prin raportarea la varianța interacțiunii variante×ani.

Exemplul 11.7.1. Vom exemplifica modul de calcul la o experiență cu 5 soiuri de grîu în 3 repetiții, executată timp de 3 ani în 3 localități.

Datele necesare sînt:

— *SP* și *GL* din analizele parțiale, pentru blocuri, variante și eroare (tabelul 11.19) ;

— mediile (sau totalurile) variantelor pe ani și localități (tabelul 11.20).

1. Se cumulează *SP* și *GL* din analizele variantelor executate pentru fiecare experiență în parte. Sumele pentru SP_B și SP_E reprezintă exact valorile necesare pentru analiza cumulată a întregii serii de experiențe.

2. Pentru separarea SP_V se alcătuiesc, pornind de la datele din tabelul 11.20, tabelele bilaterale Variante×Ani (tabelul 11.21) și Variante×Localități (tabelul 11.22) și se calculează *SP* corespunzătoare.

Tabelul 11.19

Cumularea *SP* și *GL* din analizele parțiale, la seria de experiențe pe mai mulți ani și localități

Localitatea	Anul	Cauza variabilității					
		Blocuri		Variante		Eroare	
		SP	*GL*	*SP*	*GL*	*SP*	*GL*
A	1	23	2	33	4	42	8
	2	27	2	102	4	71	8
	3	25	2	795	4	39	8
B	1	43	2	171	4	49	8
	2	5	2	33	4	19	8
	3	2	2	909	4	72	8
C	1	17	2	132	4	58	8
	2	43	2	63	4	108	8
	3	27	2	477	4	56	8
Sume		212	18	2 715	36	514	72

Tabelul 11.20

Producțiile medii pe ani și localități

Localitatea / Anul / Soiul	A			B			C		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	19	34	35	29	22	29	36	20	23
2	18	32	24	29	26	15	35	24	12
3	22	27	29	21	25	22	31	22	16
4	19	28	23	22	24	27	29	22	17
5	18	29	13	26	26	8	29	18	6

Tabelul 11.21

Tabelul bilateral Variante × Ani

Soiul / Anul	1	2	3	Total Soiuri
1	19+29+36=84	76	87	247
2	82	82	51	215
3	74	74	67	215
4	70	74	67	211
5	73	73	27	173
Total ani	383	379	299	1 061

Scanned with OKEN Scanner

$$SP_{comb.\ Variante \times Ani} = \frac{84^2+76^2+\ldots+27^2}{3} - \frac{1.061^2}{3\times 3\times 5} = 1\,032$$

$$SP_V = \frac{247^2+215^2+\ldots+173^2}{3\times 3} - \frac{1\,061^2}{3\times 3\times 5} = 307$$

$$SP_{Ani} = \frac{383^2+379^2+299^2}{3\times 5} - \frac{1\,061^2}{3\times 3\times 5} = 299$$

$$SP_{V\times A} = 1\,032-(307+299) = 426$$

Tabelul 11.22

Tabelul bilateral Variante × Localități

Localitatea / Soiul	A	B	C	Total Soiuri
1	19+34+35=88	80	79	247
2	74	70	71	215
3	78	68	69	215
4	70	73	68	211
5	60	60	53	173
Total Localități	370	351	340	1 061

$$SP_{comb.\ Variante \times Localități} = \frac{88^2+80^2+\ldots+53^2}{3} - \frac{1\,061^2}{3\times 3\times 5} = 361$$

$$SP_L = \frac{370^2+351^2+340^2}{3\times 5} - \frac{1\,061^2}{3\times 3\times 5} = 30$$

$$SP_{V\times L} = 361-(30+307) = 24$$

3. Întrucît aceste *SP* au fost obținute pornind de la *mediile* variantelor și nu de la totaluri, pentru a le face comparabile cu restul *SP*, calculate din analizele parțiale pe baza totalurilor, trebuie să le înmulțim cu numărul repetițiilor, adică, în cazul nostru, cu 3. Deci $SP_V = 307\times 3 = 921$ ș.a.m.d.

4. Se calculează *GL* cu ajutorul formulelor: $GL_V = v-1 = 4$; $GL_A = a-1 = 2$; $GL_L = l-1 = 2$; $GL_{V\times A} = (v-1)(a-1) = 8$; $GL_{V\times L} = (v-1)(l-1) = 8$; $GL_{V\times L\times A} = (v-1)(l-1)(a-1) = 16$.

5. Se calculează $SP_{V\times L\times A}$ scăzînd din suma SP_V din analizele parțiale, SP_V, $SP_{V\times L}$ și $SP_{V\times A}$.

$$SP_{V\times L\times A} = 2\,715-(921+72+1\,278) = 444.$$

6. Pentru completarea tabelului analizei variației, se mai poate calcula interacțiunea $L\times A$ dintr-un tabel bilateral Localități×Ani însă, de obicei, aceasta nu furnizează informații interesante, deci poate fi omisă.

7. Dacă se consideră anii și localitățile insuficient de reprezentative pentru a ne permite obținerea de concluzii asupra comportării variantelor în întreaga

Tabelul 11.23

Analiza varianței pentru seria de experiențe în 3 localități și 3 ani

Cauza variabilității	*SP*	*GL*	s^2	Proba *F*	
				față de eroare	față de interacțiuni
Ani	897	2			
Localități	90	2			
Blocuri	212	18			
Variante	921	4	230,2	$F=\frac{230,2}{7,1}=32,4^{**}$	$F=\frac{230,2}{159,7}=1,4$
Variante × Localități	72	8	9,0	$F=\frac{9,0}{7,1}=1,2$	$F=\frac{9,0}{27,7}=0,3$
Variante × Ani	1 278	8	159,7	$F=\frac{159,7}{7,1}=22,4^{**}$	$F=\frac{159,7}{27,7}=5,7^{**}$
$V\times L\times A$	444	16	27,7	$F=\frac{27,7}{7,1}=3,9^{**}$	
Eroare	514	72	7,1		

zonă în anii următori, se va executa testarea numai față de eroare, limitîndu-se astfel concluziile numai la seria respectivă de experiențe.

În acest caz *proba F* arată că în seria de experiențe s-au manifestat diferențe semnificative de producție între variante. Reacția soiurilor la condițiile celor trei ani de experimentare a fost însă semnificativ diferită și această reacție a fost semnificativ diferită în cele trei localități.

Valoarea mică, nesemnificativă a varianței interacțiunii Variante×Localități dovedește că în medie, comportarea soiurilor în cele trei localități a fost aceeași.

Aceste concluzii trebuie să constituie punctul de plecare al unei analize mai amănunțite a rezultatelor, pe baza unui tabel al mediilor corespunzător tabelului bilateral Variante×Ani.

Absența interacțiunii variantelor cu localitățile permite ca, pentru condensarea rezultatelor, să se prezinte numai mediile pe toate cele 3 localități, fără a se pierde o cantitate importantă de informație. În schimb, din cauza existenței unei interacțiuni semnificative Variante×Ani, discutarea mediilor generale pe variante, trebuie să fie în mod obligatoriu însoțită de discutarea comportării soiurilor pe ani.

Pentru testarea diferențelor individuale se va folosi eroarea diferențelor calculată pe baza varianței erorii, la numitor sub radical avînd numărul parcelelor din care sînt calculate mediile pe care le comparăm.

Astfel pentru compararea mediilor generale ale variantelor se va folosi:

$$s_{\bar{d}}=\sqrt{\frac{2\,s_E^2}{n.a.l}}=\sqrt{\frac{2\times 7,1}{3\times 3\times 3}}=0,72,$$

iar pentru compararea mediilor pe variante pentru fiecare an,

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,s_E^2}{n.l}} = \sqrt{\frac{2\times 7,1}{3\times 3}} = 1,25$$

8. Dacă anii și localitățile de experimentare sînt atît de reprezentative încît pot fi considerate ca o probă de sondaj din totalul anilor și localităților pentru care dorim să facem recomandări, se execută testarea față de interacțiunile cu anii după cum am arătat anterior.

Pentru exemplificare vom aplica metoda la exemplul nostru, deși este puțin probabil ca numai 3 ani și 3 localități să poată reprezenta suficient întreaga populație a condițiilor care pot fi întîlnite în zonă în anii următori.

După cum s-a arătat, numitorul potrivit pentru testarea interacțiunilor $V\times A$ și $V\times L$ este interacțiunea triplă.

Interacțiunea $V\times L$ fiind neglijabilă vom putea testa efectul variantelor față de $V\times A$ pentru a aprecia șansele ca diferențele dintre variante să se mențină în ciuda influenței de la un an la altul.

Proba F arată că, din cauza fluctuațiilor mari ale producției de la an la an, nu este de așteptat ca vreuna din variante să-și mențină superioritatea cu suficientă siguranță. Dimpotrivă, este de așteptat ca și la repetarea experienței în viitor clasificarea soiurilor să fie diferită de la un an la altul.

Dacă *proba F* ar fi arătat că este probabil ca diferențele între variante să se manifeste și în viitor s-ar fi putut testa semnificația diferențelor individuale între mediile generale folosind $s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,s_{V\times A}^2}{n.a.l}}$ deducînd astfel care din diferențe au șanse să se mențină în ciuda fluctuației anuale a rezultatelor.

CAPITOLUL

12

INTERPRETAREA ŞI PREZENTAREA REZULTATELOR EXPERIMENTALE

12.1 NOŢIUNI GENERALE

Analiza varianţei nu epuizează, ci constituie doar începutul interpretării rezultatelor. Ea are scopul să sistematizeze informaţia cuprinsă în datele experienţei, scoţînd în evidenţă aportul diferitelor surse ale variabilităţii şi atrăgînd astfel atenţia asupra aspectelor care merită o analiză mai amănunţită. În nici un caz însă, *analiza varianţei nu trebuie să devină un înlocuitor al observaţiilor şi interpretării critice a rezultatelor.*

Comparînd variabilitatea, ce poate fi atribuită tratamentelor experimentate, cu fluctuaţia întîmplătoare, testele statistice de semnificaţie oferă o măsură a siguranţei rezultatelor obţinute. Diferenţele stabilite a fi semnificative au o probabilitate mare de a fi reale şi deci merită să fie analizate şi explicate îndeaproape.

Trebuie avut însă întotdeauna în vedere că nivelele de semnificaţie de 5% sau 1% sînt absolut arbitrare şi au fost adoptate numai pentru că în prezentarea rezultatelor este mai comod să se indice că o diferenţă este semnificativă sau nu, decît să se precizeze în fiecare caz probabilitatea concretă de transgresiune. Este însă evident că nu trebuie să acordăm o încredere cu mult diferită unor rezultate care au probabilitatea de a se obţine întîmplător de 4,9% sau 5,1%, deşi procedînd în mod automat, trebuie să considerăm pe cel dintîi semnificativ, iar pe cel de al doilea nu.

Nu toate diferenţele semnificative merită să fie analizate, dacă mărimea şi importanţa lor practică sînt reduse. Dimpotrivă, diferenţele importante pot fi interpretate şi discutate, chiar dacă, din cauza erorilor mari, au în experienţa noastră, o probabilitate mai mare de 5% de a fi întîmplătoare. Lipsa semnificaţiei trebuie să ne îndemne însă la o prudenţă deosebită în raţionamentele noastre.

Scanned with OKEN Scanner

Existenţa riscului unor concluzii incorecte (cap. 8.7), pe care testele de semnificaţie îl măsoară, dar nu îl elimină, trebuie să ne facă să privim orice rezultat experimental în contextul cunoştinţelor deja existente, pe baza experienţelor anterioare sau a observaţiilor suplimentare disponibile. În acest fel, riscul, implicat de interpretarea oricăror rezultate experimentale, poate fi redus la minimum.

Odată stabilite diferenţele care merită să fie analizate şi înainte de a trece la interpretarea lor, este bine să ne reamintim că deducţiile făcute pe baza unei experienţe sînt valabile numai pentru populaţia statistică a condiţiilor, din care, condiţiile concrete ale experienţei pot fi considerate ca o probă întîmplătoare reprezentativă. Va trebui deci să ne convingem, în primul rînd, că executarea experienţei a fost făcută în condiţii fitotehnice normale, asemănătoare celor folosite în mod obişnuit în producţie. Un indiciu în această privinţă îl constituie nivelul de producţie al experienţei, care trebuie să fie asemănător (de obicei ceva mai ridicat deoarece se bazează pe parcele mai mici) nivelului realizat în cultura mare în tarlalele apropiate. Dacă nivelul scăzut de producţie al experienţei trădează greşeli fitotehnice, ca de exemplu semănatul în afara epocii optime, densitate anormală etc., este evident că interpretarea rezultatelor unor asemenea experienţe poate să ne ducă la concluzii false sau, în cel mai bun caz, de un interes foarte restrîns.

O analiză amănunţită a condiţiilor de executare a experienţei (incluzînd condiţiile agrometeorologice, condiţiile fitotehnice etc.) trebuie să ne ducă la o delimitare clară a mulţimii condiţiilor pentru care vor fi valabile concluziile noastre. De corectitudinea acestei delimitări depinde în multe cazuri justeţea recomandărilor făcute pe baza experienţelor.

Explicarea diferenţelor obţinute, care trebuie să constituie partea principală a interpretării, va avea la bază toate observaţiile şi determinările suplimentare executate în acest scop. Diferenţele de dezvoltare vegetativă, de suprafaţă foliară, precocitate sau intensitate de manifestare a unor boli şi, în ultimă instanţă, diferenţele în manifestarea componentelor producţiei, pot să constituie cheia explicării diferenţelor de producţie şi pătrunderii în acest fel spre înţelegerea esenţei fenomenelor.

În acest sens, studiul legăturii între variabile cu ajutorul corelaţiei, regresiei sau analizei covarianţei poate aduce un aport deosebit. De aceea, deşi o expunere completă a teoriei şi metodelor de calcul necesare pentru analiza corelaţiilor, regresiilor şi covarianţei depăşeşte cadrul acestei lucrări, vom prezenta pe scurt cîteva din noţiunile de bază ale acestor procedee statistice.

12.2 NOŢIUNI INTRODUCTIVE ÎN ANALIZA RELAŢIEI DINTRE VARIABILE

Interpretarea rezultatelor experimentale poate fi mult înlesnită de analiza legăturii dintre diferitele variabile urmărite în cursul experimentării. Această analiză poate să sugereze explicaţii pentru rezultatele obţinute, ca şi noi direcţii şi modalităţi de cercetare.

Scanned with OKEN Scanner

Un prim pas în analiza variabilității asociate a două caractere sau însușiri îl constituie întocmirea unui *grafic de corelație,* de tipul celui din figura 12.1, unde pe cele două axe perpendiculare se înscriu cele două variabile cercetate.

Datele din graficul 12.1 aparțin unui studiu făcut la Stațiunea Lovrin în scopul precizării criteriilor de selecție în ameliorarea grîului. Pentru aceasta s-a urmărit, printre altele, variația masei a 1 000 boabe (M.M.B.) la 150 linii de grîu, în doi ani cu condiții climatice deosebite, obținîndu-se pentru fiecare linie cîte o pereche de valori, după cum urmează:

	Linia 1	Linia 2	Linia 3	Linia 4	etc.
M.M.B. în 1962	40,2	45,3	41,5	35,8	...
M.M.B. în 1963	38,2	48,7	49,9	39,0	...

Fiecare caz studiat poate fi apoi reprezentat în graficul de corelație printr-un punct, avînd coordonatele corespunzătoare perechii de valori respective.

Analiza repartizării punctelor pe grafic ne indică o influență puternică a condițiilor celor doi ani asupra M.M.B. De exemplu, liniile a căror M.M.B. a fost în 1962 cuprinsă între 40 și 42 g, au avut în 1963 M.M.B. între 38,2 și 49,9 g. Cu toate acestea se poate afirma că există o legătură puternică între valorile obținute în cei doi ani. Într-adevăr liniile care au avut o M.M.B. mică în anul 1962 tind să aibă tot valori mici în 1963, în timp ce valorile cele mai mari ale M.M.B. în anul 1963 s-au obținut de la linii care și în anul anterior au prezentat tot valori mari. Aceasta se reflectă în gruparea cazurilor cercetate

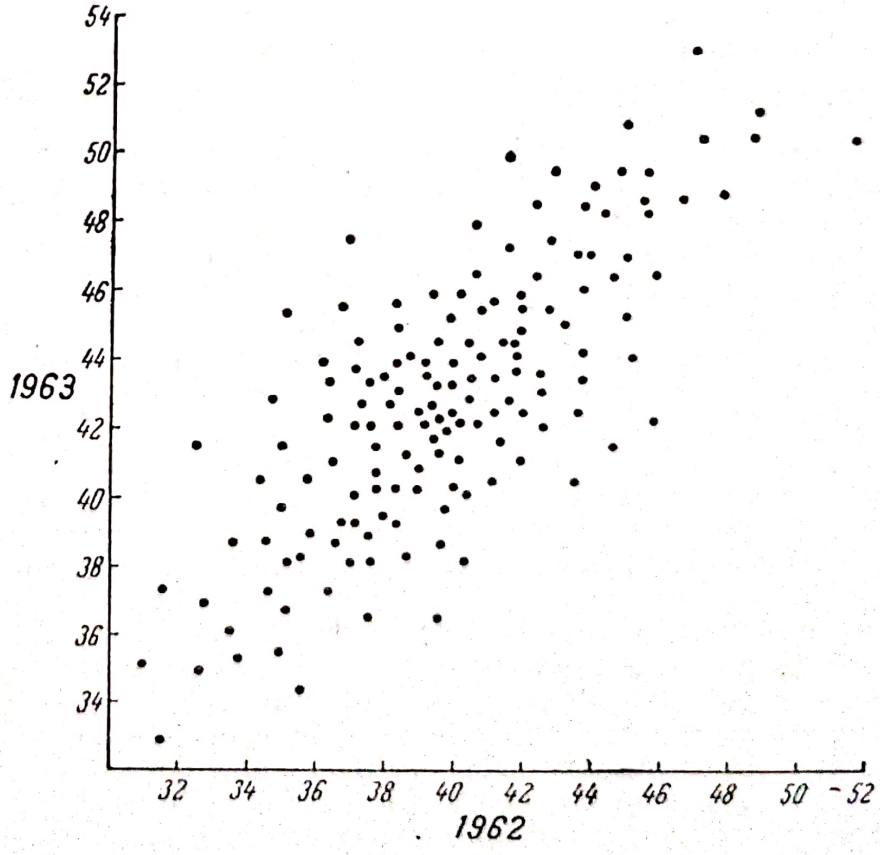


Fig. 12.1 — Graficul de corelație pentru determinările MMB în anii 1962 și 1963

pe una din diagonalele graficului. O astfel de grupare poate fi deci considerată ca un indiciu al existenţei unei legături între variabilele studiate.

Dimpotrivă, dacă punctele care reprezintă cazurile cercetate s-ar fi distribuit uniform în jurul centrului graficului, fără a manifesta vreo tendinţă de grupare pe diagonale, acest fapt ar fi putut fi considerat ca o dovadă a absenţei legăturii între variabilitatea caracterelor studiate.

Atunci cînd dispunem de un număr mare de date, este util să executăm gruparea lor pe clase (procedînd într-un mod asemănător cu întocmirea şirului de variaţie), alcătuind în acest fel un *tabel de corelaţie* (tabelul 12.1). În fiecare pătrăţel rezultat din delimitarea claselor pentru cele două variabile, se notează numărul cazurilor care prezintă perechi de valori cuprinse între limitele claselor respective. Gruparea majorităţii cazurilor pe una din diagonalele tabelului de corelaţie reflectă, de asemenea, existenţa unei relaţii între variabile.

Dacă distribuirea valorilor în graficul sau tabelul de corelaţie ne poate orienta asupra existenţei unei legături între variabile, adeseori nu se poate discerne dacă asocierea aparentă obţinută exprimă o relaţie reală, sau este numai rezultatul întîmplării. În acest caz devine necesar aportul statisticii matematice.

Din punct de vedere statistic, mulţimea perechilor de valori reprezentate în graficul sau tabelul de corelaţie poate fi considerată ca o distribuţie cu două variabile, denumită şi *distribuţie bidimensională*. Studiul legăturii dintre variabile devine în acest caz echivalent cu studiul caracteristicilor distribuţiei bidimensionale corespunzătoare.

Ca şi în cazul unei singure variabile (cap. 8), distribuţiile observate pot fi considerate ca probe de sondaj din populaţiile tuturor cazurilor corespunzătoare posibile, populaţii ale căror distribuţii pot fi aproximate de distribuţii teoretice bidimensionale.

O mare parte din distribuţiile cu două variabile întîlnite în cercetarea agricolă pot fi aproximate de două tipuri de distribuţii teoretice, corespunzătoare următoarelor cazuri:

Cazul I se întîlneşte atunci cînd pentru studierea legăturii dintre două variabile se iau la întîmplare mai mulţi indivizi şi se determină pentru fiecare valorile celor două variabile. Acesta este cazul la exemplul din figura 12.1, ca şi dacă vom determina la mai multe parcele producţia şi suprafaţa foliară sau, la mai multe plante înălţimea şi diametrul tulpinii ş.a.m.d.

Fluctuaţia întîmplătoare afectînd astfel valorile ambelor variabile, este de aşteptat ca populaţia tuturor cazurilor corespunzătoare să prezinte o *distribuţie bidimensională normală*. Aceasta înseamnă că în primul rînd, distribuţia fiecăreia din variabile în parte este de tipul distribuţiilor normale. Pe lîngă aceasta, dacă luăm în consideraţie distribuţiile valorilor x corespunzătoare unor anumite valori y, sau distribuţiile valorilor y corespunzătoare anumitor valori x, avem de-a face în toate cazurile cu distribuţii normale. Ca rezultat, întreaga distribuţie are aspectul unei serii de elipse concentrice, cu o aglomerare a cazurilor în elipsele centrale şi o micşorare treptată a frecvenţei către elipsele exterioare. În reprezentare tridimensională, distribuţia normală cu două variabile are un aspect asemănător celui din figura 12.2.

Forma mai mult sau mai puţin alungită a elipselor, care exprimă intensitatea legăturii dintre variabile, este descrisă de un parametru notat cu litera

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 12.1

Tabelul de corelație pentru determinările M.M.B. executate în anii 1962 și 1963 la 150 linii de grîu

M.M.B. g centre de clasă		x (Determinări la recolta anului 1962)											f_y	a_y
		31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51		
y (Determinări la recolta anului 1963)	53									1			1	+5
	51								1	1	2	1	5	+4
	49						1	4	5	2			12	+3
	47				1		3	5	3				12	+2
	45			1	2	6	11	3	2				25	+1
	43			1	9	14	9	5	1				39	0
	41		1	3	5	8	5	1	1				24	−1
	39		1	5	7	4	1						18	−2
	37	1	2	2	2	1							8	−3
	35	1	2	2									5	−4
	33	1											1	−5
fx		3	6	14	26	33	30	18	13	4	2	1	150	
a_x		−4	−3	−2	−1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6		

grecească ρ (ro). Atunci cînd nu există nici o legătură între variabile, valoarea lui ρ este zero iar elipsele devin cercuri concentrice. Odată cu creșterea intensității corelației, valoarea lui ρ crește pînă la ± 1, elipsele alungindu-se pe una din diagonale și îngustîndu-se pînă la a se confunda cu linia diagonalei respective.

Semnul lui ρ determină poziția elipselor și prin aceasta tipul corelației: o corelație pozitivă, la care creșterea unei variabile este însoțită de creșterea celeilalte, va fi reprezentată prin gruparea cazurilor pe diagonala stînga jos — dreapta sus, în timp ce o corelație negativă, la care creșterea unei variabile este însoțită de micșorarea valorilor celeilalte, va duce la gruparea cazurilor pe cealaltă diagonală (stînga sus — dreapta jos).

În cazul distribuțiilor bidimensionale normale, analiza legăturii între variabile se va putea deci reduce la estimarea parametrului ρ al populației bidimensionale respective. Aceasta se realizează calculînd *coeficientul de corelație r*, pe baza datelor probei de sondaj de care dispunem.

Cazul II se întîlnește atunci cînd, pentru a studia legătura dintre două variabile, se aleg anumite valori arbitrare ale uneia din variabile și se determină apoi valorile corespunzătoare ale celeilalte variabile. Acesta este cazul, de exemplu, atunci cînd studiem dependența producției față de cantitatea de îngrășăminte sau cantitatea de sămînță. Același caz poate fi întîlnit și la caractere ca înălțimea și diametrul plantelor dacă, în loc de a extrage la întîmplare un

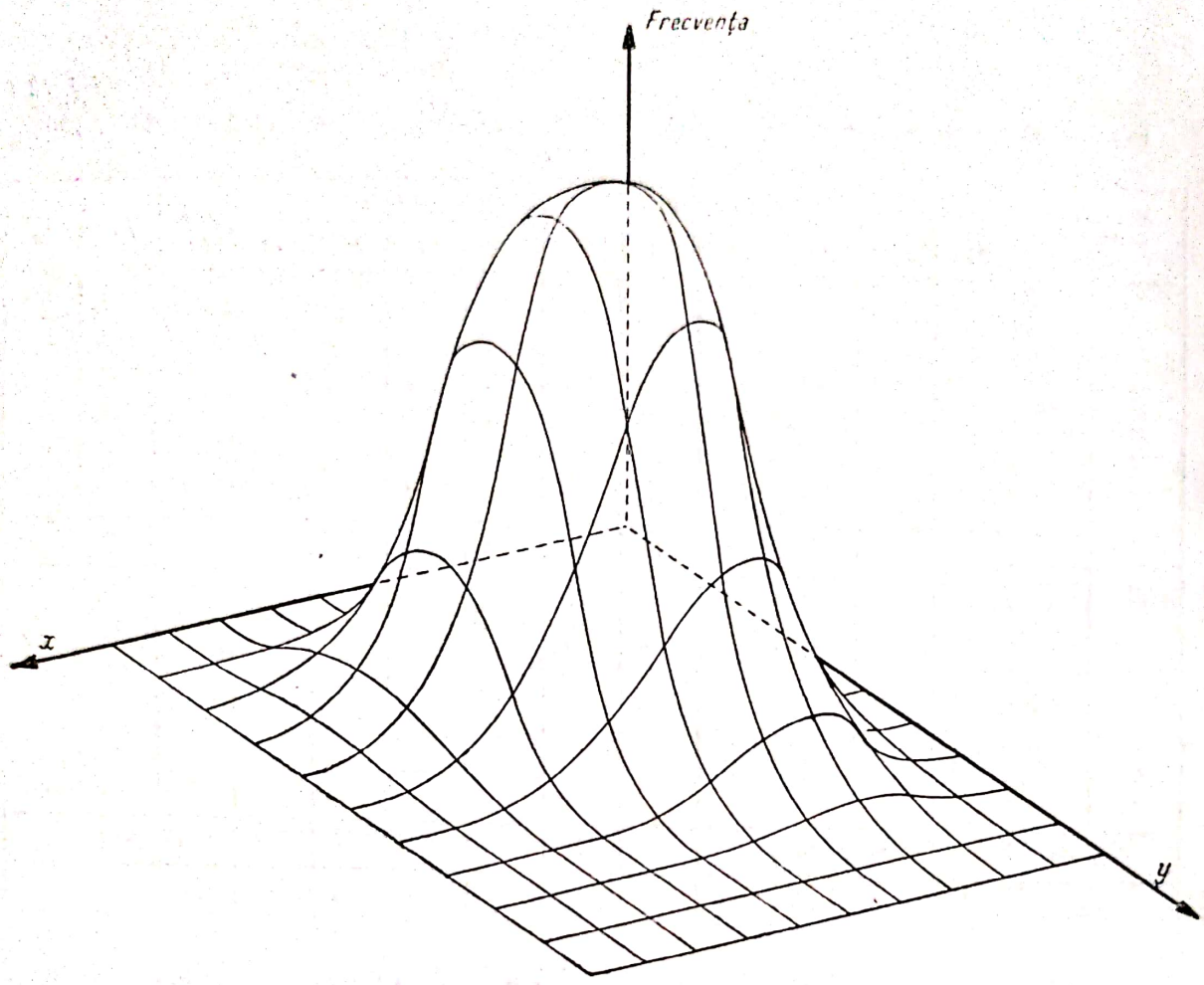


Fig. 12.2 — Reprezentarea în spațiu a unei distribuții bidimensionale normale

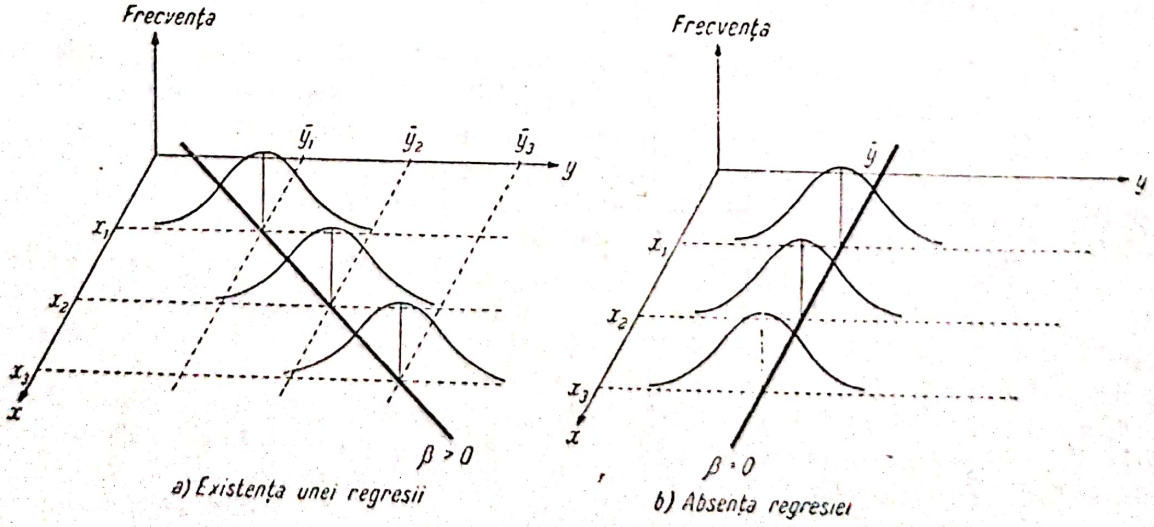


Fig. 12.3 — Reprezentarea în spațiu a unei distribuții bidimensionale la care variabila x are valori fixe

număr de plante, acestea sînt alese special în funcție de valorile uneia din variabile (de exemplu — se aleg cîteva plante înalte și cîteva scunde).

În acest caz, una din variabile x avînd valori fixate, fluctuația întîmplătoare intervine numai în ceea ce privește cealaltă variabilă y, făcînd ca fiecăreia din valorile x să îi corespundă cîte o serie de valori y, ce poate fi descrisă fiecare de cîte o distribuție normală (fig. 12.3).

Nemaifiind vorba, deci, de o distribuție bidimensională normală, legătura dintre variabile nu mai este determinată de parametrul ρ. Ea poate fi însă descrisă prin modificarea poziției curbelor normale ale valorilor y, la diferite valori ale lui x.

Într-adevăr, dacă mediile y, obținute la diferitele valori studiate ale lui x, sînt egale, se poate spune că nu există legătură între variabile. Dacă însă, odată cu creșterea valorilor x, curbele care descriu variația variabilei y au valori medii și deci poziții diferite, acesta este un indiciu al existenței unei legături între x și y.

Analiza statistică a relației dintre variabile devine în acest caz echivalentă cu aprecierea modificării medii a variabilei y la modificarea variabilei x. Atunci cînd această modificare este liniară, înclinarea față de abscisă a dreptei care unește diferitele medii ale variabilei y, este definită de un parametru β, care poate fi estimat calculînd *coeficientul de regresie b*.

Cunoaștem deja că pentru caracterizarea fluctuației unei variabile este mult folosită mărimea denumită *varianță* care se obține prin raportarea *sumei patratelor abaterilor* valorilor individuale față de medie, la numărul gradelor de libertate:

$$s_x^2 = \frac{SP_x}{GL} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{GL}$$

Asemănător, pentru caracterizarea variabilității concomitente sau asociate a două variabile, se folosește mărimea statistică denumită *covarianță*. Aceasta se obține prin raportarea *sumei produselor abaterilor* valorilor individuale ale fiecăreia dintre cele două variabile față de mediile respective, la numărul gradelor de libertate:

$$s_{xy}^2 = \frac{SP_{xy}}{GL} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{GL} \qquad (12.2.1)$$

Este ușor de înțeles că mărimea covarianței exprimă intensitatea legăturii dintre variabile. Într-adevăr, în prezența unei corelații pozitive, abaterile pozitive ale variabilei x $(x—\bar{x})$, se vor asocia cel mai adesea tot cu abateri pozitive ale lui y, iar valorilor x, care se abat în minus față de medie le vor corespunde tot abateri negative ale lui y. În acest fel, vor rezulta în majoritate produse pozitive, care însumîndu-se vor da o covarianță mare și pozitivă. Dimpotrivă, în cazul unei corelații negative între x și y, valorilor x mai mari decît media x le vor corespunde valori y mai mici decît media și invers, ceea ce va determina obținerea unei valori mari și negative a covarianței. Așadar, spre deosebire de varianță care este întotdeauna pozitivă, covarianța poate avea atît valori pozitive cît și negative, corespunzător sensului relației între variabilele studiate.

În absența oricărei legături între variabile, abaterilor pozitive ale lui x le vor corespunde atît valori pozitive cît și negative ale abaterii lui y, astfel că

în cele din urmă, prin compensarea valorilor de semn contrar, va rezulta o covarianţă egală cu zero.

Aşa cum varianţa şi suma patratelor abaterilor stau la baza calculelor statistice în analiza variabilităţii, aşa şi covarianţa şi suma produselor abaterilor stau la baza calculelor folosite în analiza statistică a relaţiilor între variabile.

12.3. ANALIZA LEGĂTURII ÎNTRE VARIABILE CU AJUTORUL CORELAŢIEI

Raportînd covarianţa la media geometrică a varianţelor celor două variabile, obţinem o mărime relativă, care nu mai depinde de unităţile de măsură folosite pentru variabilele studiate, şi a cărei valoare reflectă astfel mai bine intensitatea corelaţiei între acestea. Această mărime se numeşte *coeficient de corelaţie* şi se notează cu litera r. Aşadar:

$$r = \frac{s^2_{xy}}{\sqrt{s^2_x \cdot s^2_y}} = \frac{s^2_{xy}}{s_x \cdot s_y} \tag{12.3.1}$$

Simplificînd această formulă cu numărul gradelor de libertate, rezultă:

$$r = \frac{SP_{xy}}{\sqrt{SP_x \cdot SP_y}} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})\,(y-\bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x-\bar{x})^2 \cdot \Sigma(y-\bar{y})^2}} \tag{12.3.2}$$

Suma produselor abaterilor SP_{xy} poate fi calculată mai comod folosind o formulă asemănătoare formulei maşinii de calcul pentru calcularea abaterii standard (8.3.4.) şi anume:

$$SP_{xy} = \Sigma xy - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{N} \tag{12.3.3}$$

Înlocuind SP_{xy}, SP_x şi SP_y cu formulele corespunzătoare pentru calculul cu maşina, coeficientul de corelaţie va fi:

$$r = \frac{\Sigma_{xy} - \dfrac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{N}}{\sqrt{\left(\Sigma x^2 - \dfrac{(\Sigma x)^2}{N}\right)\left(\Sigma y^2 - \dfrac{(\Sigma y)^2}{N}\right)}} \tag{12.3.4}$$

Coeficientul de corelaţie poate avea valori cuprinse între —1 şi +1. Valoarea $r = -1$ corespunde unei corelaţii absolute negative (creşterea valorilor x este însoţită de scăderea valorilor y), iar valoarea $r = +1$ corespunde unei corelaţii absolute pozitive (creşterea valorilor x e însoţită tot de o creştere a valorilor y) în timp ce valoarea $r = 0$ exprimă absenţa oricărei legături între variabilitatea lui x şi y. În practică aceste valori extreme se întîlnesc foarte rar, valorile obişnuite fiind intermediare.

Atunci cînd datele studiate aparţin unei distribuţii bidimensionale normale iar relaţia dintre variabile este liniară, coeficientul de corelaţie r este o estimaţie a parametrului ρ, care caracterizează intensitatea corelaţiei în populaţia tuturor cazurilor corespunzătoare posibile. În acest caz, coeficientul de core-

lație are deci un înțeles statistic bine definit, iar distribuția estimației r fiind bine studiată, este posibil să se obțină, cu ajutorul testelor de semnificație, informații asupra corelației reale a întregii populații.

Dimpotrivă, dacă populația pe care o reprezintă datele noastre nu este normală (de exemplu, din cauză că valorile uneia din variabile sînt alese arbitrar), sau dacă din graficul de corelație este evident că relația dintre variabile se abate mult de la liniaritate, nu se mai poate vorbi de existența unui parametru ρ care să fie estimat. În acest caz coeficientul de corelație își pierde înțelesul său statistic, iar examinarea semnificației sale statistice devine lipsită de sens. Coeficientul de corelație r rămîne astfel numai o mărime de calcul și nu o valoare estimativă.

De aceea, folosirea coeficientului de corelație este recomandabilă îndeosebi atunci cînd legătura dintre variabile nu se abate mult de la liniaritate, iar populația studiată este de tipul distribuțiilor normale bidimensionale.

Calcularea coeficientului de corelație se face, după caz, pe baza uneia din formulele prezentate anterior:

a) Dacă numărul perechilor de valori este mic, sau dacă dispunem de mașină de calcul se recomandă folosirea formulei 12.3.4.

Exemplul 12.3.1. Vom calcula corelația între producția de boabe și înălțimea plantelor la 10 linii de grîu (tabelul 12.2).

În tabelul 12.2 calculăm Σx, Σy, Σx^2, Σy^2 și Σxy, pe care le introducem apoi în formulă:

$$r = \frac{56.401{,}7 - \dfrac{533{,}5 \times 1060}{10}}{\sqrt{\left(28555{,}39 - \dfrac{(533{,}5)^2}{10}\right) \times \left(112\,822 - \dfrac{(1060)^2}{10}\right)}} = -0{,}719$$

Tabelul 12.2

Calcularea coeficientului de corelație între producție și înălțimea plantelor la 10 linii de grîu

Nr. crt	x (producția q/ha)	y (înălțimea plantelor cm)	x^2	y^2	xy
1	60,8	101	3 696,64	10 201	6 140,8
2	55,6	93	3 091,36	8 649	5 170,8
3	55,0	97	3 025,00	9 409	5 335,0
4	54,2	106	2 937,64	11 236	5 745,2
5	53,0	105	2 809,00	11 025	5 565,0
6	51,5	110	2 652,25	12 100	5 665,0
7	51,4	109	2 641,96	11 881	5 602,6
8	50,9	116	2 590,81	13 456	5 904,4
9	50,8	112	2 580,64	12 544	5 689,6
10	50,3	111	2 530,09	12 321	5 583,3
Suma	$533{,}5 = \Sigma x$	$1060 = \Sigma y$	$28\,555{,}39 = \Sigma x^2$	$112\,822 = \Sigma y^2$	$56\,401{,}7 = \Sigma xy$

Scanned with OKEN Scanner

b) Dacă numărul datelor este foarte mare şi nu dispunem de maşină de calcul, se folosesc datele grupate într-un tabel de corelaţie, aplicînd o formulă de tipul celor folosite la aplicarea metodei mediei provizorii.

$$r=\frac{\Sigma f_{xy}\cdot a_x\cdot a_y-\frac{(\Sigma f_x\cdot a_x)\,(\Sigma f_y\cdot a_y)}{N}}{\sqrt{\left(\Sigma f_x\cdot a_x^2-\frac{(\Sigma f_x\cdot a_x)^2}{N}\right)\left(\Sigma f_y\cdot a_y^2-\frac{(\Sigma f_y\cdot a_y)^2}{N}\right)}} \qquad (12.3.5)$$

unde:

f_{xy} reprezintă numărul cazurilor în fiecare pătrăţel al tabelului de corelaţie;
f_x şi f_y — numărul cazurilor în fiecare clasă a variabilelor x sau y;
a_x şi a_y — abaterea faţă de medie exprimată în număr de clase, pentru variabilele x şi y;
N — numărul total al cazurilor ($N=\Sigma f_x=\Sigma f_y=\Sigma f_{xy}$)

Exemplul 12.3.2. Vom calcula coeficientul de corelaţie pentru datele din tabelul 12.1.

Tabelul 12.3

Calcularea produselor $f_{xy}\cdot a_x\cdot a_y$

$a_x\cdot a_y\cdot f_{xy}$	$a_x\cdot a_y\cdot f_{xy}$
I. $(-1)\times(+1)\times 2=-2$ $(-1)\times(+2)\times 1=-2$ $(-2)\times(+1)\times 1=-2$ -6	II. $(+1)\times(+1)\times 11=11$ $(+1)\times(+2)\times 3=6$ $(+1)\times(+3)\times 1=3$ $(+2)\times(+1)\times 3=6$ $(+2)\times(+2)\times 5=20$ $(+2)\times(+3)\times 4=24$ $(+3)\times(+1)\times 2=6$ $(+3)\times(+2)\times 3=18$ $(+3)\times(+3)\times 5=45$ $(+3)\times(+4)\times 1=12$ $(+4)\times(+3)\times 2=24$ $(+4)\times(+4)\times 1=16$ $(+4)\times(+5)\times 1=20$ $(+5)\times(+4)\times 2=40$ $(+6)\times(+4)\times 1=24$ $+275$
IV. $(-1)\times(-1)\times 5=5$ $(-1)\times(-2)\times 7=14$ $(-1)\times(-3)\times 2=6$ $(-2)\times(-1)\times 3=6$ $(-2)\times(-2)\times 5=20$ $(-2)\times(-3)\times 2=12$ $(-2)\times(-4)\times 2=16$ $(-3)\times(-1)\times 1=3$ $(-3)\times(-2)\times 1=6$ $(-3)\times(-3)\times 2=18$ $(-3)\times(-4)\times 2=24$ $(-4)\times(-3)\times 1=12$ $(-4)\times(-4)\times 1=16$ $(-4)\times(-5)\times 1=20$ $+178$	III. $(+1)\times(-1)\times 5=-5$ $(+1)\times(-2)\times 1=-2$ $(+2)\times(-1)\times 1=-2$ $(+3)\times(-1)\times 1=-3$ -12

Se alege în primul rînd pentru fiecare variabilă cîte o medie provizorie, de obicei în centrul clasei cu frecvența maximă (în cazul nostru clasele 39 pentru x și 43 pentru y) și se notează pe marginea tabelului abaterile față de aceste medii, exprimate în număr de clase.

Produsele $f_{xy} \cdot a_x \cdot a_y$ se calculează pentru fiecare pătrățel din tabelul de corelație, înmulțind numărul cazurilor din pătrățelul respectiv cu abaterile față de mediile provizorii ale celor două variabile. De exemplu, pentru pătrățelul cu frecvența 7 aflat la întretăierea claselor 37 și 41 vom calcula $7 \times (-1) \times (-2) = +14$. Pătrățelele aflate în dreptul vreuneia din mediile provizorii nu se iau în considerație, întrucît produsele vor fi egale cu zero. Pentru ușurință calculele se efectuează într-un tabel asemănător tabelului 12.3.

$$\sum f_{xy} \cdot a_x \cdot a_y = (-6) + (275) + (-12) + (178) = +435$$

Restul valorilor necesare pentru aplicarea formulei 12.3.5 se află efectuînd calculele cunoscute de la determinarea mediei și abaterea standard prin metoda mediei provizorii (tabelul 12.4).

Tabelul 12.4

Calcularea $\Sigma f_x a_x$, $\Sigma f_y a_y$, $\Sigma f_x a_x^2$ $\Sigma f_y a_y^2$

a_x	f_x	$f_x a_x$	a_x^2	$f_x a_x^2$	a_y	f_y	$f_y a_y$	a_y^2	$f_y a_y^2$
−4	3	−12	16	48	−5	1	− 5	25	25
−3	6	−18	9	54	−4	5	−20	16	80
−2	14	−28	4	56	−3	8	−24	9	72
−1	26	−26	1	26	−2	18	−36	4	72
0	33	0	0	0	−1	24	−24	1	24
+1	30	+30	1	30	0	39	0	0	0
+2	18	+36	4	72	+1	25	+25	1	25
+3	13	+39	9	117	+2	12	+24	4	48
+4	4	+16	16	64	+3	12	+36	9	108
+5	2	+10	25	50	+4	5	+20	16	80
+6	1	+ 6	36	36	+5	1	+ 5	25	25
Suma	150	+53= $\Sigma f_x a_x$		553= $\Sigma f_x a^2 x$	Suma	150	+ 1= $\Sigma f_y a_y$		559= $\Sigma f_y a^2 y$

Înlocuind valorile aflate în formula 12.3.5 aflăm:

$$r = \frac{+435 - \frac{(+53) \times (+1)}{150}}{\sqrt{\left(553 - \frac{(53)^2}{150}\right)\left(559 - \frac{(1)^2}{150}\right)}} = \frac{+434{,}65}{\sqrt{534{,}28 \times 558{,}99}} = +0{,}795$$

Dacă datele analizate pot fi considerate ca aparținînd unei distribuții bidimensionale normale ne putem pune problema stabilirii semnificației coeficien-

ţilor de corelaţie calculaţi. Problema poate fi rezolvată pe baza cunoaşterii distribuţiei estimaţiei r. Valorile coeficientului de corelaţie fiind întotdeauna cuprinse între $\pm$ 1 este uşor de înţeles că distribuţia lui r se va abate de la normalitate, fiind asimetrică. De aceea, testele obişnuite de semnificaţie nu sînt în general aplicabile în cazul coeficienţilor de corelaţie, fiind necesară folosirea unor procedee specifice, dintre care vom prezenta următoarele:

— *Stabilirea semnificaţiei abaterii faţă de zero* a coeficientului de corelaţie calculat pe baza unei probe de sondaj, este echivalentă cu testarea ipotezei că în populaţia ideală corelaţia reală este zero, iar valoarea de sondaj obţinută este numai un rezultat al întîmplării.

Tabelul anexă 10 indică, pentru diferite mărimi ale probei de sondaj, valorile coeficientului de corelaţie care au o probabilitate de 5% (respectiv 1%) de a apare întîmplător, dacă în populaţia statistică totală nu există nici o legătură reală între variabile. Coeficienţii de corelaţie mai mari decît aceste valori din tabele, corespunzătoare numărului respectiv de cazuri studiate, sînt consideraţi semnificativi (respectiv distinct semnificativi).

De exemplu, coeficientul de corelaţie —0,719 din exemplul 12.3.1, fiind mai mare decît valoarea 0,632 pentru $P=5\%$, dar mai mic decît valoarea 0,765 pentru $P=1\%$ (ambele corespunzătoare la $N=10$ sau $GL=N-2=8$) poate fi considerat semnificativ. În exemplul 12.3.2 coeficientul de corelaţie $r=0{,}795$ depăşind valoarea pentru $P=1\%$ şi $N=152$ ($GL=150$), adică 0,208, poate fi considerat distinct semnificativ.

Din tabelul anexă 10 se poate observa că atunci cînd proba de sondaj este redusă, coeficientul de corelaţie poate căpăta datorită fluctuaţiei întîmplătoare, valori foarte mari. De aceea, folosind puţine perechi de date nu se pot depista cu suficientă siguranţă decît corelaţii foarte strînse. Dimpotrivă, la un număr mare de date studiate, se poate stabili cu siguranţă statistică şi existenţa unor corelaţii destul de slabe între variabile.

Trebuie deci subliniată distincţia ce trebuie făcută între valoarea coeficienţilor de corelaţie şi semnificaţia lor statistică. Pe de o parte, valori mari ale coeficienţilor de corelaţie, dacă sînt nesemnificative din cauza mărimii insuficiente a probei de sondaj, pot fi datorite întîmplării. Pe de altă parte, coeficienţii de corelaţie, semnificativi datorită numărului mare de date utilizate, dar cu valoare mică, pot indica existenţa unor legături foarte slabe între variabilele studiate, legături care, deşi reale, pot fi complet lipsite de importanţă. Valorile coeficienţilor de corelaţie care pot fi considerate importante, sînt diferite pentru fiecare domeniu şi de aceea, compararea cu alţi coeficienţi de corelaţie, determinaţi în probleme de aceeaşi natură, este metoda cea mai indicată pentru a aprecia semnificaţia practică a rezultatelor obţinute.

—*Stabilirea semnificaţiei diferenţei între doi coeficienţi de corelaţie*, ca şi *stabilirea intervalelor de încredere*, sau *calcularea mediei* a mai mulţi coeficienţi de corelaţie, necesită, din cauză că distribuţia lui r nu este normală, efectuarea unei schimbări de variabilă. În acest scop se foloseşte mărimea:

$$Z = \frac{1}{2}\left[l_n(1+r) - l_n(1-r)\right]$$

unde l_n este logaritmul natural, iar r coeficientul de corelaţie. Această mărime

este distribuită aproape normal, indiferent de mărimea probei și de valoarea lui r, cu varianța $\sigma_Z^2 = \frac{1}{N-3}$.

De exemplu, pentru a stabili semnificația diferenței între coeficientul de corelație calculat în exemplul 12.3.1 ($r_1 = -0{,}719$ cu $N_1 = 10$) și un alt coeficient $r_2 = -0{,}50$ calculat pe baza unei alte probe de sondaj de mărime $N_2 = 20$, căutăm în primul rînd în tabelul anexă 11 valorile Z corespunzătoare acestor coeficienți: $Z_1 = -0{,}91$ și $Z_2 = -0{,}55$. Variantele acestor valori vor fi egale cu $\frac{1}{N-3}$ adică:

— pentru Z_1, $s_1^2 = \frac{1}{10-3} = 0{,}142$ și

— pentru Z_2, $s_2^2 = \frac{1}{20-3} = 0{,}059$

Eroarea diferenței va fi

$$s_d = \sqrt{s_1^2 + s_2^2} = \sqrt{\frac{1}{N_1-3} + \frac{1}{N_2-3}} = \sqrt{0{,}142 + 0{,}059} = 0{,}44$$

Distribuția valorilor Z fiind normală vom putea aplica proba t, folosind pentru comparație valorile din tabele corespunzătoare la $GL = \infty$.

$$t = \frac{d}{s_d} = \frac{Z_1 - Z_2}{\sqrt{\frac{1}{N_1-3} + \frac{1}{N_2-3}}} = \frac{0{,}91 - 0{,}55}{0{,}44} = 0{,}82$$

Din tabelul anexă 7, corespunzător la $GL = \infty$, găsim că probabilitatea obținerii unei asemenea valori t, dacă diferența reală este zero, este de 42,4%, deci nu avem motive să afirmăm că cei doi coeficienți de corelație nu aparțin aceleiași populații statistice.

Coeficienții nefiind semnificativ diferiți, se poate calcula o estimație medie a corelației. Pentru aceasta se calculează întîi o medie a valorilor Z, ponderată în funcție de inversul variantelor, adică față de mărimile $(N-3)$. Vom avea deci:

$$\bar{Z} = \frac{(N_1-3)Z_1 + (N_2-3)Z_2}{(N_1-3) + (N_2-3)} = \frac{(10-3)\times 0{,}91 + (20-3)\times 0{,}55}{(10-3) + (20-3)} = 0{,}65$$

Din tabelul anexă 11 se află valoarea r corespunzătoare acestei valori medii Z, $\bar{r} = 0{,}58$.

În interpretarea corelațiilor trebuie evitat să se considere existența unei corelații, oricît de strînse, ca o dovadă a existenței unei relații cauzale între variabile. Adeseori corelația poate apare considerabilă datorită influenței unei cauze comune asupra ambelor variabile. De exemplu corelația între talia și greutatea animalelor este determinată de faptul că ambele sînt rezultatul procesului de creștere.

În unele cazuri, valoarea coeficientului de corelație poate fi interpretată ca reprezentînd procentul de elemente comune care determină ambele variabile. Astfel de exemplu, corelația din exemplul 12.3.2, între determinările făcute asupra M.M.B. în doi ani diferiți, poate fi explicată afirmînd că cca. 79% din

totalul factorilor genetici şi de mediu care au determinat valorile M.M.B., au fost comuni în cei doi ani.

Patratul coeficientului de corelaţie, r^2, denumit şi *coeficient de determinare*, reprezintă fracţiunea din varianţa totală a uneia din variabile, care poate fi explicată pe baza legăturii cu cealaltă variabilă. De exemplu, în cazul corelaţiei între producţie şi înălţimea plantelor la grîu $r^2=0{,}51$, deci cca. 51% din varianţa calculată pentru datele de producţie (s_V^2) exprimă o variabilitate legată de variaţia înălţimii plantelor.

O atenţie deosebită trebuie acordată explicării ştiinţifice a corelaţiilor obţinute. Astfel, de pildă, corelaţia negativă între înălţimea plantelor şi producţie la grîu poate fi explicată fie prin rezistenţa diferită la cădere, fie prin modificarea raportului între boabe şi masa vegetativă etc. Bineînţeles, concluziile noastre vor fi valabile numai la materialul şi în condiţiile concrete în care s-a obţinut corelaţia.

Uneori, îndeosebi la variabile legate în timp, pot apare corelaţii total lipsite de sens, cum este de exemplu cea citată de S n e d e c o r (1957), între natalitatea în Marea Britanie şi producţia de fontă în S.U.A. în perioada 1875—1920 ($r=-0{,}98$).

Se înţelege deci, că stabilirea coeficienţilor de corelaţie nu trebuie să înlocuiască analiza logică a relaţiilor între fenomene, ci trebuie folosită doar pentru a furniza acesteia dovezi statistice corespunzătoare.

12.4. ANALIZA LEGĂTURII ÎNTRE VARIABILE CU AJUTORUL REGRESIEI

Problema stabilirii legăturii între variabile poate fi abordată şi dintr-un alt punct de vedere, deosebit de util, mai ales atunci cînd distribuţia studiată nu este de tipul distribuţiilor bidimensionale normale, deci relaţia între variabile nu poate fi caracterizată prin estimarea parametrului ρ. În acest caz legătura între mărimile studiate este exprimată cu ajutorul unei funcţii matematice denumită în statistică *regresie*, care defineşte dependenţa ce există între variabilităţile acestora. În mod obişnuit, în cazul a două variabile, una dintre ele, x, este considerată *variabilă independentă*, iar expresia matematică stabileşte valoarea *variabilei dependente* y, în funcţie de mărimea lui x.

1. REGRESIA LINIARĂ SIMPLĂ

Cea mai simplă relaţie între variabile poate fi exprimată de o ecuaţie de gradul I de forma:

$$y=\alpha+\beta x$$

În reprezentare grafică (fig. 12.4), α este ordonata intersecţiei dreptei de regresie cu axa y-lor, adică valoarea y corespunzătoare la $x=0$, iar β este panta dreptei de regresie, adică modificarea lui y atunci cînd x creşte cu o unitate.

Scanned with OKEN Scanner

Bineînțeles, puține procese biologice pot fi descrise suficient de corect de o astfel de ecuație liniară simplă. În multe cazuri însă, experimentarea se desfășoară între anumite limite, între care liniaritatea poate fi considerată o primă aproximare satisfăcătoare. Această precizare trebuie să ne atragă de la început atenția asupra riscului extrapolării concluziilor trase pe baza regresiei, în afara intervalului acoperit de experimentare, risc determinat de faptul că, în afara zonei respective, abaterea de la liniaritate poate fi considerabilă.

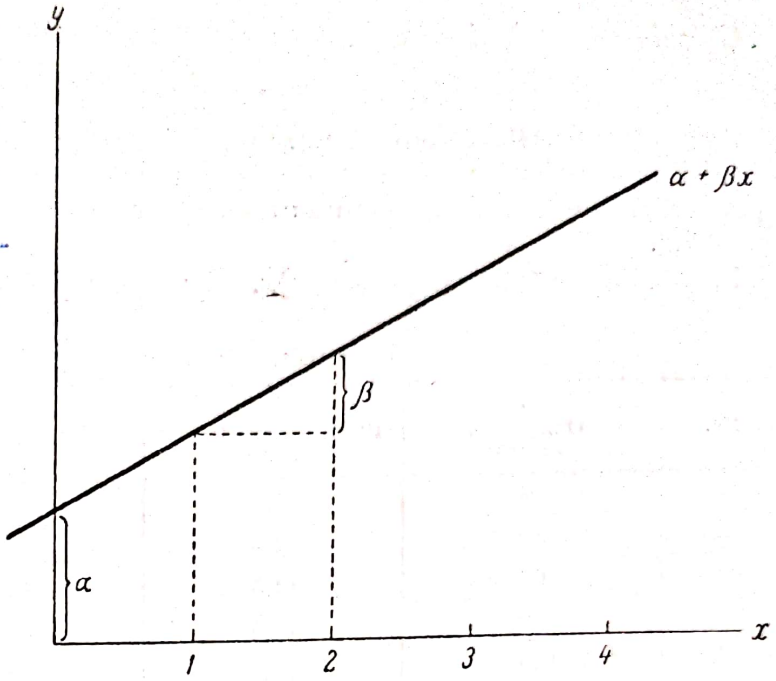


Fig. 12.4 — Regresia liniară

Chiar dacă însă procesul biologic este destul de bine descris de o ecuație liniară, fluctuația de sondaj va face ca rezultatele experimentale să se abată mai mult sau mai puțin de la linia de regresie ideală, care ne va rămîne astfel necunoscută. Pe baza datelor probei de sondaj de care dispunem, vom putea însă estima caracteristicile dreptei de regresie (β și α) calculînd valorile estimative *b (coeficientul de regresie)* și *a*.

Calcularea coeficientului de regresie al variabilei y față de x ($b_{y/x}$) se face prin raportarea covarianței datelor (s^2_{xy}) la variația variabilei „independente" (S^2_x)

$$b_{y/x} = \frac{s^2_{xy}}{s^2_x} \qquad (12.4.1)$$

Simplificînd această formulă prin numărul gradelor de libertate putem obține coeficientul de regresie prin raportarea *sumei produselor abaterilor* celor două variabile față de mediile respective, la *suma patratelor abaterilor* de la medie a variabilei considerate ca independente:

$$b_{y/x} = \frac{SP_{xy}}{SP_x} = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\Sigma(x-\bar{x})^2} = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{N}}{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N}} \qquad (12.4.2)$$

În unele cazuri poate fi necesar să se ia în considerație și regresia inversă, a variabilei x față de y. În acest caz:

$$b_{x/y} = \frac{SP_{xy}}{SP_y}$$

Calcularea mărimii a se face cu ajutorul formulei:

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x} \qquad (12.4.3)$$

Exemplul 12.4.1. Vom determina, pentru exemplificare, caracteristicile regresiei producţiei de masă verde faţă de cantitatea de N, administrată ca îngrăşământ pe o pajişte submontană, folosind datele utilizate şi în exemplul 8.9.2.

În tabelul 12.5 se calculează Σx, Σy, Σxy şi Σx^2.

Tabelul 12.5

Calcularea coeficientului de regresie

Nr.	x (Doza de N kg/ha)	y (Prod. de masă verde t/ha)	xy	x^2
1.	0	9,8	0	0
2.	30	12,0	360	900
3.	60	14,5	870	3 600
4.	90	16,5	1 485	8 100
5.	120	18,2	2 184	14 400
Suma	$300 = \Sigma x$	$71{,}0 = \Sigma y$	$4899 = \Sigma xy$	$27000 = \Sigma x^2$

Introducînd aceste valori în formula 12.4.2, obţinem:

$$b_{y/x} = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{N}}{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N}} = \frac{4899 - \frac{300 \times 71}{5}}{27\,000 - \frac{(300)^2}{5}} = \frac{639}{9\,000} = 0{,}071 \text{ tone masă verde/1 kg } N$$

Se poate observa că s-a obţinut acelaşi rezultat ca şi cel obţinut în exemplul 8.9.2 prin metoda simplificată, care nu este decît o variantă a calculului regresiei aplicabilă însă numai atunci cînd valorile x sînt egal distanţate.

Pentru calcularea mărimii a se află mai întîi mediile x şi y.

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{N} = \frac{300}{5} = 60$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{N} = \frac{71}{5} = 14{,}2$$

$$a = 14{,}2 - 0{,}071 \times 60 = 9{,}94.$$

Deci regresia producţiei de masă verde faţă de cantitatea de N administrată va avea forma:

$$y = 9{,}94 + 0{,}071\ x$$

Cu ajutorul acestei formule vom putea prognostica producţia şi la doze de N care nu au fost incluse în experienţă, evitînd bineînţeles extrapolarea în afara intervalului acoperit de variantele experimentale.

Reprezentînd datele din exemplul 12.4.1 într-un grafic (fig. 12.5. a) vom putea observa că datele experimentale, deşi urmează în general linia de regresie, prezintă totuşi abateri de la aceasta. Aşadar fluctuaţia producţiilor în jurul

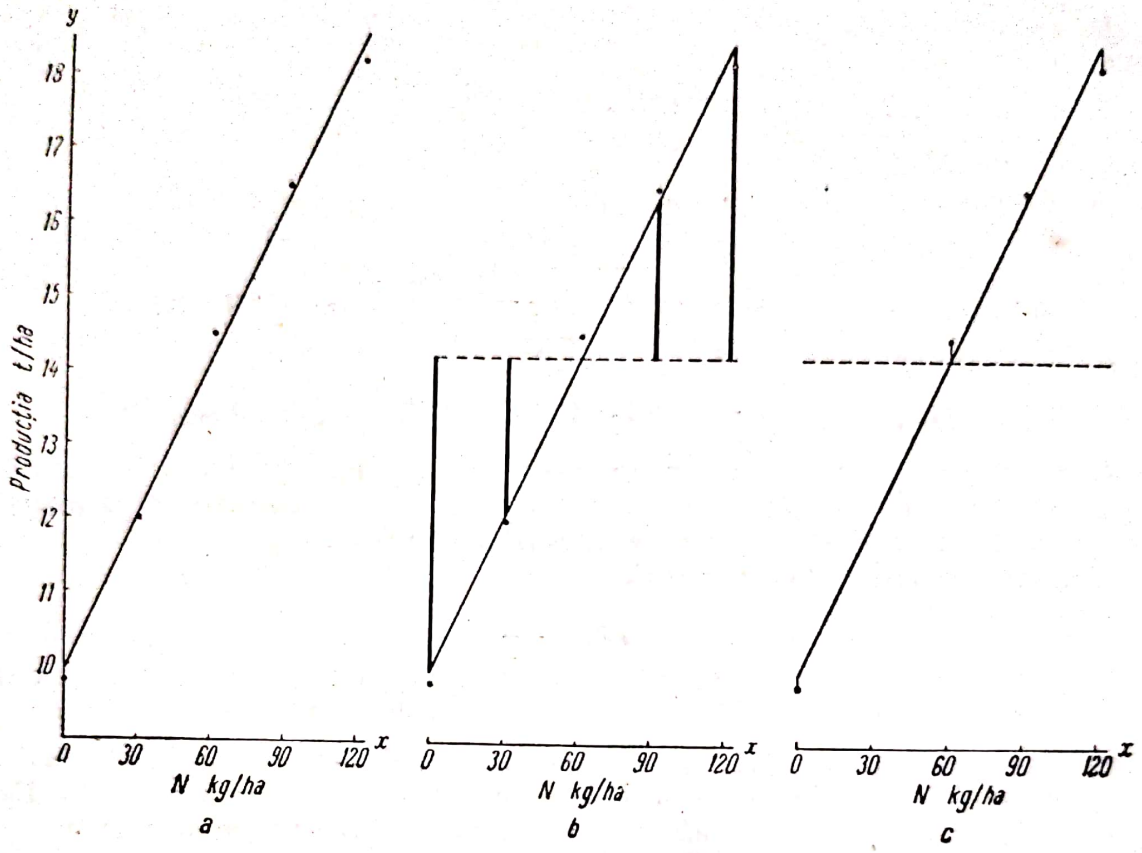


Fig. 12.5 — Explicarea variabilității producțiilor față de producția medie a experienței: *b* — variabilitatea datorită regresiei față de dozele de N; *c* — variabilitatea datorită abaterii de la regresie

producției medii a experienței va putea fi divizată în două părți: una explicată de regresia liniară a producției față de dozele de N (fig. 12.5. b) și cealaltă datorită abaterii de la linia regresiei (fig. 12.5. c).

Într-un mod echivalent și varianța datelor respective, adică suma patratelor și gradele de libertate corespunzătoare, va putea fi subdivizată în două părți și anume:

1. O parte datorită regresiei liniare, avînd:

$$SP_{regresie\ l} = \frac{(SP_{xy})^2}{SP_x} = \frac{\left(\Sigma xy - \frac{\Sigma x . \Sigma y}{N}\right)^2}{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N}} \qquad (12.4.4)$$

și $GL_{r.l.} = 1$.

2. O parte reziduală, datorită abaterilor de la regresie, avînd:

$$SP_{abateri\ de\ la\ regresie} = SP_y - SP_{regresie} =$$

$$= \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{N} - \frac{\left(\Sigma xy - \frac{\Sigma x . \Sigma y}{N}\right)^2}{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N}} \qquad (12.4.5)$$

și $GL_{a.r} = GL_y - 1 = N - 2$

În exemplul 12.4.1, celor 5 valori ale producţiei de masă verde le vor corespunde:

$$SP_y=(9{,}8^2+12{,}0^2+\cdots+18{,}2^2)-\frac{71^2}{5}=45{,}58$$

cu $5-1=4$ GL

Aceste valori vor putea fi descompuse în:

$$SP_{\text{regresie liniară } y/x}=\frac{\left(4899-\frac{300\times 71)}{5}\right)^2}{27\,000-\frac{(300)^2}{5}}=\frac{(639)^2}{9000}=45{,}36;\quad GL=1$$

$$SP_{\text{abatere de la regresie}}=45{,}58-45{,}36=0{,}22 \quad \text{cu } 5-2=3\ GL$$

Se poate observa că, cea mai mare parte a variabilităţii producţiei în această experienţă poate fi explicată prin regresia liniară faţă de dozele de N şi numai o mică parte se datoreşte abaterii de la această regresie.

Varianţa abaterii faţă de regresie,

$$s^2_{y\cdot x}=\frac{SP_y-\frac{(SP_{xy})^2}{SP_x}}{N-2} \tag{12.4.6}$$

poate fi considerată ca o măsură a corespondenţei datelor cu linia de regresie, sau a succesului în estimarea valorilor y cu ajutorul regresiei faţă de x. De aceea pe baza ei se calculează *abaterea standard a coeficientului de regresie*:

$$s_b=\sqrt{\frac{s^2_{y\cdot x}}{SP_x}} \tag{12.4.7}$$

Cu ajutorul acestei abateri standard se poate testa semnificaţia abaterii coeficientului de regresie faţă de zero, prin proba t:

$$t=\frac{b}{s_b} \tag{12.4.8}$$

sau se poate calcula intervalul de încredere al coeficientului de regresie conform expresiei:

$$b-t_{5\%}\cdot s_b<\beta<b+t_{5\%}\cdot s_b \tag{12.4.9}$$

În ambele cazuri se folosesc valorile teoretice t pentru $GL=N-2$.

De asemenea se poate stabili semnificaţia diferenţei între doi coeficienţi de regresie cu ajutorul formulei:

$$t=\frac{b_2-b_1}{\sqrt{s^2_{b_1}+s^2_{b_2}}} \tag{12.4.10}$$

Exemplul 12.4.2. Pentru datele din tabelul 12.5, vom avea:

$$s^2_{y\cdot x}=\frac{0{,}22}{3}=0{,}073$$

$$s_b=\sqrt{\frac{0{,}073}{9\,000}}=0{,}0029$$

Bineînțeles, această valoare fiind calculată pentru exemplificare, numai pe baza producțiilor medii ale variantelor, nu este echivalentă cu eroarea pantei calculată în exemplul 8.9.2 pe baza erorii întregii experiențe.

$$t = \frac{0{,}071}{0{,}0029} = 24{,}4$$

Din tabelul anexă 7 găsim, pentru $t=24$ și $GL=N-2=3$, o probabilitate de transgresiune $P<0{,}1\%$, deci este extrem de puțin probabil ca regresia determinată să fie numai întîmplătoare.

Vom putea afirma, cu numai 5% șanse de a greși, că valoarea coeficientului de regresie al populației statistice respective este cuprinsă între $0{,}071-3{,}18\times0{,}0029=0{,}062$ și $0{,}071+3{,}18\times0{,}029=0{,}080$ (3,18 este valoarea t din tabelul anexă 6, corespunzătoare la $P=5\%$ și $GL=3$).

II. REGRESIA PATRATICĂ

În multe cazuri regresia liniară nu constituie o aproximare suficientă a fenomenelor biologice studiate și, pentru descrierea mai fidelă a relației dintre variabile, trebuie să se recurgă la folosirea unei parabole, determinate de o funcție de gradul II de tipul:

$$y=a+bx+cx^2$$

În subcapitolul 8.9.III am prezentat metoda de determinare a ecuației curbei de răspuns de gradul II, în cazul cînd variabila independentă prezintă valori egal distanțate. Vom prezenta aici și metoda generală de calcul, folosind pentru exemplificare, aceleași date.

Exemplul 12.4.2. Să presupunem că analiza graficului 12.5 ar sugera existența unei curburi în reacția producției față de dozele de N. Pentru a determina cifric valoarea acesteia se calculează în primul rînd în tabelul 12.6 sumele $\sum x, \sum x^2, \sum x^3, \sum x^4, \sum y, \sum xy$ și $\sum x^2y$. Pentru a ușura calculele, dozele de N s-au exprimat în zeci de kilograme.

Tabelul 12.6

Calcularea coeficienților regresiei patratice

x (zeci kg N)	x^2	x^3	x^4	y	xy	x^2y
0	0	0	0	9,8	0	0
3	9	27	81	12,0	36	108
6	36	216	1 296	14,5	87	522
9	81	729	6 561	16,5	148,5	1336,5
12	144	1 728	20 736	18,2	218,4	2 620,8
$30=\Sigma x$	$270=\Sigma x^2$	$2\,700=\Sigma x^3$	$28\,674=\Sigma x^4$	$71{,}0=\Sigma y$	$489{,}9=\Sigma xy$	$4\,587{,}3=\Sigma x^2y$

Scanned with OKEN Scanner

Cu ajutorul acestor sume se calculează mărimile:

$$A = \sum x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N} = 270 - \frac{30^2}{5} = 90$$

$$B = \sum x^3 - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma x^2}{N} = 2700 - \frac{30 \times 270}{5} = 1080$$

$$C = \sum x^4 - \frac{(\Sigma x^2)^2}{N} = 28674 - \frac{270^2}{5} = 14094$$

$$D = \sum xy - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{N} = 489{,}9 - \frac{30 \times 71}{5} = 63{,}9$$

$$E = \sum x^2 y - \frac{\Sigma x^2 \cdot \Sigma y}{N} = 4587{,}3 - \frac{270 \times 71}{5} = 753{,}3$$

Coeficienţii regresiei patratice se determină apoi cu formulele:

$$b = \frac{C.D - B.E}{A.C - B^2} = \frac{14\,094 \times 63{,}9 - 1\,080 \times 753{,}3}{90 \times 14\,094 - 1\,080^2} = 0{,}85$$

$$c = \frac{A.E - B.D}{A.C - B^2} = \frac{90 \times 753{,}3 - 1\,080 \times 63{,}9}{90 \times 14\,094 - 1\,080^2} = -0{,}0119$$

$$a = \frac{\Sigma y}{N} - b\frac{\Sigma x}{N} - c\frac{\Sigma x^2}{N} = \frac{71}{5} - 0{,}85 \times \frac{30}{5} - (-0{,}0119) \times \frac{270}{5} =$$

$$= 14{,}2 - 5{,}10 + 0{,}64 = 9{,}74$$

Deci: $y = 9{,}74 + 0{,}85\ x - 0{,}0119\ x^2$

unde x este exprimat în zeci de kilograme sau, împărţind pe b la 10 şi pe c la 10^2:

$$y = 9{,}74 + 0{,}085\ x - 0{,}000119\ x^2$$

unde x este exprimat în kilograme.

S-a obţinut aşadar aceeaşi funcţie, determinată şi prin metoda simplificată din exemplul 8.9.2.

Dînd diferite valori lui x se vor putea afla valorile y corespunzătoare, cu ajutorul cărora să se reprezinte grafic parabola care aproximează datele experimentale.

Partea din variabilitatea totală a producţiei, care poate fi explicată prin regresia patratică faţă de dozele de N, se poate determina cu ajutorul formulei:

$SP_{\text{regresie patratică}} = b \cdot D + c \cdot E$ cu $GL = 2$

adică în exemplul nostru:

$SP_{\text{regresie patratică}} = 0{,}85 \times 63{,}9 - 0{,}0119 \times 753{,}3 = 45{,}35$

SP pentru abaterea de la regresie se poate determina apoi prin diferenţă din SP_y.

După cum se observă, în exemplul nostru, datorită concordanţei bune cu regresia liniară, aproximarea obţinută prin regresia de gradul II nu prezintă avantaje şi deci nu este justificată.

Scanned with OKEN Scanner

III. REGRESIA ŞI ANALIZA VARIANŢEI

Posibilitatea, prezentată în paragrafele anterioare, de a împărţi fluctuaţia variabilei dependente în două părţi, datorite regresiei şi abaterii faţă de aceasta, poate fi folosită şi în analiza varianţei, atunci cînd factorul experimentat este de natură cantitativă (doze de îngrăşăminte, densităţi etc.), în scopul subdivizării varianţei variantelor.

Pentru aceasta se pot folosi formulele prezentate în paragrafele I şi II ale acestui subcapitol, avînd grijă ca, din cauză că în analiza varianţei se lucrează de obicei cu sumele variantelor, să se introducă la numitor numărul repetiţiilor.

Atunci cînd însă, dozele de îngrăşămînt sau densităţile experimentate reprezintă graduări egal distanţate, subdivizarea varianţei se face mult mai uşor, chiar pentru polinoame de grad superior, folosind coeficienţii din tabelul 12.7.

Sumele variantelor pentru fiecare graduare a factorului cercetat se înmulţesc cu coeficienţii din tabel corespunzători numărului total de graduări şi gradului regresiei respective iar suma acestor produse ridicată la patrat se împarte la divizorul corespunzător, obţinîndu-se partea din SP_V ce poate fi atribuită regresiei liniare, patratice, cubice etc.

Fiecare din aceste părţi corespunde la cîte un grad de libertate.

Tabelul 12.7

Coeficienţii şi divizorii pentru subdivizarea varianţei variantelor în funcţie de aportul regresiei

Nr. graduărilor	Gradul polinomului	Comparaţia	Numărul graduării						Divizorul
			1	2	3	4	5	6	
2	1	liniară	−1	+1					2 n
3	2	liniară	−1	0	+1				2 n
		patratică	+1	−2	+1				6 n
	3	liniară	−3	−1	+1	+3			20 n
		patratică	+1	−1	−1	+1			4 n
		cubică	−1	+3	−3	+1			20 n
5	4	liniară	−2	−1	0	+1	+2		10 n
		patratică	+2	−1	−2	−1	+2		14 n
		cubică	−1	+2	0	−2	+1		10 n
		de gradul 4	+1	−4	+6	−4	+1		70 n
6	5	liniară	−5	−3	−1	+1	+3	+5	70 n
		patratică	+5	−1	−4	−4	−1	+5	84 n
		cubică	−5	+7	+4	−4	−7	+5	180 n
		de gradul 4	+1	−3	+2	+2	−3	+1	28 n
		de gradul 5	−1	+5	−10	+10	−5	+1	252 n

Exemplul 12.4.3. Pentru a exemplifica modul de folosire a acestui tabel, vom utiliza datele anului 1963 din experienţa cu îngrăşăminte pe pajişte din exemplul 11.6.1. Din tabelele 11.14 şi 11.15 găsim sumele variantelor $V_1=127$, $V_2=221$ şi $V_3=245$ şi $SP_V=1944$ cu 2 *GL* şi $SP_E=36$ cu 6 *GL*. Numărul repetiţiilor=4.

În tabelul 12.8 includem alături de sumele variantelor coeficienţii şi divizorii din tabelul 12.7 corespunzători la 3 graduări, pentru comparaţia liniară şi cea patratică.

Tabelul 12.8

Subdivizarea varianţei variantelor

		Numărul graduării			Suma	(Suma)²	Divizorul	$SP = \frac{(\text{suma})^2}{\text{divizor}}$
		1	2	3				
Sumele variantelor V		127	221	245				
Coeficienţi pentru comparaţia	liniară	−1	0	+1				
	patratică	+1	−2	+1				
Produse pentru comparaţia	liniară	−127	0	+245	+118	13 924	2×4	1 740
	patratică	+127	−442	+245	−70	4 900	6×4	204
								1 944

Executînd calculele indicate în tabel obţinem cele două componente ale SP_V, ce pot fi atribuite regresiei liniare şi celei patratice, a căror sumă corespunde exact valorii SP_V calculate anterior. Rezultatele pot fi prezentate în tabelul analizei varianţei (tabelul 12.9).

Tabelul 12.9

Tabelul analizei varianţei

Cauza variabilităţii	*SP*	*GL*	s^2	*Proba* F
Variante	1 944	2	972	
— regresie liniară	(1 740)	(1)	1 740	290 (5,99)
— regresie patratică	(204)	(1)	204	34 (5,99)
Eroare	36	6	6	

Se observă că atît dependenţa liniară faţă de dozele de îngrăşămînt cît şi abaterea de la liniaritate sînt statistic semnificative.

Procedînd într-un mod asemănător se vor putea obţine, prin subdivizarea varianţei variantelor, indicaţii statistice asupra modului de reacţie, adică asupra formei curbei de răspuns a producţiei la factorul cercetat.

12.5. ANALIZA COVARIANŢEI

Analiza covarianţei reprezintă o sinteză între principiile analizei varianţei şi cele ale analizei regresiilor. Cu ajutorul ei este posibil:

— să se stabilească dependenţa variabilei experimentale y de variabila însoţitoare x;

— să se elimine influența nedorită a acestei variabile însoțitoare, obținînd astfel valori mai reale ale variabilei experimentale și totodată o reducere a erorii;

— să se testeze semnificația statistică a efectelor corectate prin eliminarea influenței variabilei însoțitoare.

Astfel de exemplu, la experiențele cu plante perene, se poate presupune că producțiile obținute în experiență depind, într-o oarecare măsură de individualitatea parcelelor, exprimată prin productivitatea lor diferită chiar dinainte de începerea experiențelor. În acest caz, poate fi de dorit să se țină seama de aceste diferențe inițiale în aprecierea efectului tratamentelor aplicate.

De asemenea, poate fi considerată ca variabilă însoțitoare, a cărei influență trebuie eliminată, densitatea plantelor la experiențele cu soiuri sau îngrășăminte, la plante prășitoare. Aplicarea în acest caz a analizei covarianței este echivalentă cu efectuarea unei corecții pentru densitate cu ajutorul unor valori obținute pe baza datelor experimentale respective înseși.

În ambele cazuri valorile variabilei însoțitoare pot fi considerate independente de tratamentele experimentale aplicate.

Alteori însă, analiza covarianței poate arăta că și variabila însoțitoare a fost influențată de tratamentele experimentate și, în acest caz, trebuie avut în vedere că, prin eliminarea influenței variabilei însoțitoare se elimină totodată și o parte din efectul tratamentelor. În astfel de situații, interpretarea rezultatelor analizei covarianței se modifică, aceasta putînd arăta în ce măsură tratamentele influențează variabila experimentală și altfel decît prin intermediul variabilei însoțitoare.

De exemplu, într-o experiență cu sămînță poligermă, segmentată și drajată la sfeclă, este posibil să existe diferențe între variante în ceea ce privește densitatea plantelor, dar ne putem întreba dacă variantele au avut asupra producției și vreo altă influență, nelegată de asigurarea unei densități diferite.

Aplicarea analizei covarianței presupune că:

— eroarea variabilei y este aceeași la toate variantele experimentale (deci nu se va aplica această analiză de exemplu la date exprimate în procente, decît după o transformare adecvată);

— relația dintre variabilele x și y este de tipul $y=a+bx$, unde a și b sînt constante indiferent de tratamentele aplicate. Aceasta înseamnă că, dacă o modificare a lui x are un anumit efect asupra lui y, acest efect trebuie să fie aproximativ același la toate variantele.

Dacă aceste premise corespund destul de bine datelor experimentale, analiza covarianței poate aduce un aport important în creșterea semnificației concluziilor noastre.

Exemplul 12.5.1. Vom exemplifica modul de calcul pentru analiza covarianței la o experiență cu metode de întreținere a intervalelor între rînduri la meri (Pearce 1953). Avînd în vedere faptul că au existat îndoieli asupra uniformității inițiale a parcelelor, s-a urmărit ca producția totală din timpul experienței y (în funți) să fie corectată în funcție de producția din anii anteriori aplicării tratamentelor x (în busheli).

1. În tabelul 12.10 se calculează totalurile pe blocuri și variante și totalul general atît pentru x cît și pentru y.

Tabelul 12.10

Repetiţia / Varianta	a		b		c		d		V	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
1	8,2	287	9,4	290	7,7	254	8,5	307	33,8	1 138
2	8,2	271	6,0	209	9,1	243	10,1	348	33,4	1 071
3	6,8	234	7,0	210	9,7	286	9,9	371	33,4	1 101
4	5,7	189	5,5	205	10,2	312	10,3	375	31,7	1 081
5	6,1	210	7,0	276	8,7	279	8,1	344	29,9	1 109
6	7,6	222	10,1	301	9,0	238	10,5	357	37,2	1 118
B	42,6	1 413	45,0	1 491	54,4	1 612	57,4	2 102	199,4	6 618

Se calculează, în mod obişnuit: SP_T, SP_B, SP_V şi SP_E atît pentru x cît şi pentru y.

2. Se calculează asemănător şi sumele produselor abaterilor, pe surse de variabilitate, după formulele:

$$S_{căzătorul} = \frac{\Sigma x . \Sigma y}{N} = \frac{199{,}4 \times 6\,618}{24} = 54984{,}55$$

$$SP_{xy}T = \sum_{xy} - \frac{\Sigma x . \Sigma y}{N} = (8{,}2 \times 287) + (9{,}4 \times 290) + \ldots$$

$$\ldots + (10{,}5 \times 357) - 54\,984{,}55 = +1664{,}95$$

$$SP_{xy}V = \frac{\Sigma V_x V_y}{n} - \frac{\Sigma x . \Sigma y}{N} =$$

$$= \frac{(33{,}8 \times 1\,138) + (33{,}4 \times 1\,071) + \ldots + (37{,}2 \times 1\,118)}{4} - 54984{,}55 = +21{,}85$$

$$SP_{xy}B = \frac{\Sigma Bx \cdot By}{v} - \frac{\Sigma x . \Sigma y}{N} =$$

$$= \frac{(42{,}6 \times 1\,413) + \ldots + (57{,}4 \times 2\,102)}{6} - 54984{,}55 = +954{,}85$$

$$SP_{xy}E = SP_{xy}T - (SP_{xy}V + SP_{xy}B) = +1664{,}95 - (21{,}85 + 954{,}85) = +688{,}25$$

Spre deosebire de sumele patratelor, sumele produselor pot fi, fie pozitive fie negative.

4. Se întocmeşte tabelul analizei covarianţei în care se înscriu numărul gradelor de libertate (determinat în mod obişnuit), sumele patratelor abaterilor pentru x şi y şi sumele produselor SP_{xy} (tabelul 12.11).

După cum era de aşteptat, x nu a fost influenţat de variantele experimentale. Analiza varianţei arată însă, că şi pentru y inflluenţa variantelor a fost în limitele erorii.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 12,11

Tabelul analizei covarianței

Cauza variabilității	GL	x		SP_{xy}	y	
		SP	s^2		SP	s^2
TOTALA	23	57,2583		+1 664,95	72 034,50	
Blocuri	3	25,6316		+ 954,85	47 852,83	
Variante	5	7,3933	1,4786	+ 21,85	749,50	149,90
Eroare	15	24,2334	1,6155	+ 688,25	23 432,17	1 562,14
Variante + Eroare	20	31,6267		+ 710,10	24 181,67	

5. Valorile din rîndul „Eroare" reprezintă SP_x și SP_{xy} cu ajutorul cărora putem calcula coeficientul de regresie al variabilei y față de x.

$$b_{y/x} = \frac{SP_{xy}}{SP_x} = \frac{+688{,}25}{24{,}2334} = 28{,}4$$

Aceasta înseamnă că o diferență de producție de 1 bushel în perioada premergătoare experienței a fost asociată cu o diferență de 28,4 funți în perioada experimentală.

6. Cu ajutorul acestei valori se pot corecta producțiile din pericada experimentală, folosind formula:

$$y_{corectat} = y - b\,(x - \bar{x}).$$

Pentru ușurarea calculelor, acestea se fac într-un tabel (tabelul 12.12) unde se trec mediile x și y (obținute prin împărțirea totalurilor V_x și V_y din tabelul 12.10 la numărul repetițiilor), abaterile mediilor x față de media lui x pe întreaga experiență, corecțiile (obținute prin înmulțirea acestor abateri cu b) și valorile y corectate.

Tabelul 12.12

Corectarea valorilor y în funcție de x

Varianta	x	y	$x-\bar{x}$	$b(x-\bar{x})$	y corectat $=y-b(x-\bar{x})$
1	8,45	284,5	+0,14	+ 4,0	280,5
2	8,35	267,7	+0,04	+ 1,1	266,6
3	8,35	275,2	+0,04	+ 1,1	274,1
4	7,93	270,2	−0,38	−10,8	281,0
5	7,48	277,2	−0,83	−23,6	300,8
6	9,30	279,5	+0,99	+28,1	251,4
Medie	8,31				

Corecțiile făcute elimină erorile provocate de faptul că parcelele au fost neuniforme, încă dinainte de aplicarea tratamentelor. Astfel de exemplu, se dovedește că varianta 6 nu este avantajoasă, ci a apărut astfel numai din

cauză că s-a întîmplat ca pomii din parcelele ocupate de această variantă să fie încă de la început mai productivi.

7. Pentru a aprecia semnificaţia rezultatelor după efectuarea corecţiilor, trebuie eliminate din varianţa variantelor şi din varianţa erorii lui y, influenţa regresiei faţă de x, executînd testele de semnificaţie numai pe baza abaterilor de la regresie.

Se calculează întîi pentru $(SP_V + SP_E)$ şi SP_E, partea datorită regresiei, cu ajutorul formulei cunoscute: $SP_{regresie} = \frac{(SP_{xy})^2}{SP_x}$ şi apoi, prin diferenţă partea datorită abaterilor de la regresie (tabelul 12.13).

Tabelul 12.13

Analiza varianţei pentru y corectat în funcţie de x

Cauza variabilităţii	GL	SP_y	s^2	Proba F
Variante + Eroare	20	24 181,67		
— datorită regresiei $= \frac{(SP_{xy})^2}{SP_x}$	(1)	$\frac{(710,1)^2}{31,6267} = 15\,943,55$		
— abatere de la regresie	(19)	24 181,67 — 15 943,55 = 8238,12		
Eroare	15	23 432,17		
— datorită regresiei	(1)	$\frac{(688,25)^2}{24,2\,334} = 19\,546,91$		
— abatere de la regresie	(14)	23 432,17 — 19 546,91 = 3 885,26	277,52	
Variante	5	8 238,12 — 3 885,26 = 4352,86	870,57	3,13 (2,96)

SP_V se află scăzînd din abaterea de la regresie (Variante+Eroare), abaterea de la regresie datorită erorii. Prin înlăturarea efectului productivităţii inegale iniţiale a pomilor, eroarea s-a micşorat considerabil şi a devenit posibil să se identifice efectul variantelor.

8. Pentru stabilirea semnificaţiei diferenţei între două medii y corectate prin eliminarea influenţei lui x, eroarea diferenţei va ţine cont de diferenţa între variantele comparate, în ceea ce priveşte valorile x.

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{s^2_{Ec}\left[\frac{2}{n} + \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1)^2}{SP_{xE}}\right]} \qquad (12.5.1)$$

unde:

s^2_{Ec} reprezintă varianţa erorii corectată în funcţie de x (abaterea de la regresie din tabelul 12.13);

n — numărul repetiţiilor;

$\bar{x}_2$ şi $\bar{x}_1$ — valorile medii x corespunzătoare variantelor comparate;

SP_{xE} — suma patratelor abaterilor pentru eroare, pentru x (din tab. 12.11).

Astfel eroarea diferenţelor va lua valori diferite în funcţie de variantele comparate.

Cea mai mică $s_{\bar{d}}$ va fi cea corespunzătoare comparației între variantele 2 și 3 care au aceeași medie pentru x:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{277,52\left[\frac{2}{4} + \frac{0^2}{24,2334}\right]} = 11,78$$

Valoarea maximă a $s_{\bar{d}}$ va corespunde comparației între variantele 5 și 6:

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{277,52\left[\frac{2}{4} + \frac{(9,30-7,48)^2}{24,2334}\right]} = 13,28$$

Diferențele limită corespunzătoare se vor obține prin înmulțirea $s_{\bar{d}}$ cu valorile t corespunzătoare la 14 GL. Deci DL 5% vor fi cuprinse între 25,3 și 28,5. Pentru diferențele cuprinse între aceste valori va fi necesar să se calculeze precis diferența limită pe baza $s_{\bar{d}}$ corespunzătoare variantelor respective.

Așadar analiza covarianței a permis, în exemplul nostru, să se pună în evidență legătura strînsă între productivitatea inițială a pomilor și rezultatele experienței și pe baza acestei legături, să se reducă mult eroarea și să se corecteze producțiile prin eliminarea influenței variabilei însoțitoare, pentru a reliefa mai bine aportul variantelor experimentate.

12.6. PREZENTAREA REZULTATELOR

Prezentarea rezultatelor are scopul de a face disponibilă, într-o formă ușor accesibilă, informația obținută în urma experimentării.

Formele de prezentare a rezultatelor științifice pot fi foarte diferite, după natura datelor și scopul urmărit, astfel că nu este posibil să se dea în această privință indicații general valabile.

În principiu însă, o prezentare adecvată trebuie să asigure:

— condensarea maximă posibilă a datelor, fără pierderea informației esențiale;

— evidențierea cu claritate maximă a concluziilor cele mai importante, care se urmărește să fie subliniate.

Aceasta înseamnă că experimentatorul trebuie, în primul rînd să caute ca, printr-o analiză profundă și multilaterală a datelor de care dispune, să extragă toate concluziile pe care aceste date le pot furniza. Dintre acestea vor trebui apoi alese aspectele cu adevărat importante și, în funcție de acestea, va trebui conceput modul de prezentare cel mai adecvat pentru a le face cît mai evidente. Așadar, din mulțimea datelor rezultate în urma experimentării și prelucrării, se va prezenta numai acea parte care ajută la argumentarea concluziilor.

În unele cazuri, îndeosebi la experiențele cu mai mulți factori poate fi util să se înceapă prezentarea rezultatelor cu tabelul analizei variației, care dă o imagine condensată a aportului surselor de variabilitate studiate. Pentru o exprimare cît mai concentrată se recomandă să se prezinte numai numărul GL și variațele s^2 la care să se indice prin asteriscuri semnificația, în timp ce valorile SP și F, care pot fi ușor deduse, să nu mai fie prezentate.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul producţiilor trebuie astfel întocmit încît să poată fi urmărit fără consultarea textului. Denumirea variantelor experimentale va fi dată deci complet şi explicit, evitîndu-se notarea cu V_1, V_2 etc., care nu permite înţelegerea independentă a tabelului.

Rezultatele experienţelor polifactoriale, îndeosebi atunci cînd există interacţiune între factorii studiaţi, se prezintă mai convenabil sub formă de tabele bilaterale.

Atunci cînd factorul experimentat este de natură cantitativă, prezentarea curbei de răspuns (sub formă de ecuaţie sau grafic) poate furniza informaţii mai complete decît simpla prezentare a rezultatelor la graduările studiate.

În aproape toate cazurile, o reprezentare grafică adecvată poate face concluziile mult mai evidente şi mai uşor de înţeles.

Rezultatele de producţie nu trebuie prezentate fără indicaţii asupra erorii ce le afectează. Dacă dispunem de o estimaţie a erorii, comună pentru toate rezultatele, aceasta trebuie prezentată, fie direct, fie sub forma DL 5% şi eventual 1%. O prezentare foarte convenabilă a semnificaţiei diferitelor comparaţii se poate obţine în acest caz prin testul Duncan. Dacă însă estimaţiile erorii sînt diferite pentru fiecare rezultat în parte, se va indica pentru fiecare valoare, eroarea mediei, de preferat într-o coloană separată, cu titlu explicit.

Pentru a nu încărca prezentarea cu balast inutil, rezultatele măsurătorilor biometrice şi a determinărilor şi observaţiilor suplimentare, vor fi prezentate numai în măsura în care ele pot ajuta la o mai bună înţelegere a concluziilor generale. Adeseori, caracterizarea intensităţii legăturii între diferitele variabile studiate, prin prezentarea coeficienţilor de corelaţie sau a ecuaţiilor de regresie corespunzătoare, poate ajuta înţelegerea proceselor biologice, mai mult decît pagini întregi de date neprelucrate.

2.7. JUSTIFICAREA RECOMANDĂRILOR PENTRU PRODUCŢIE

Scopul final al oricărei cercetări agricole este să recomande producţiei metode noi, superioare celor folosite pînă atunci. Această superioritate trebuie înţeleasă în sens larg, luînd în consideraţie în egală măsură:

— sporul de producţie, care trebuie să fie sigur şi important;

— calitatea producţiei, care este în multe cazuri la fel de importantă ca şi cantitatea;

— preţul de cost al producţiei şi venitul net obţinut prin aplicarea metodelor recomandate;

— siguranţa producţiilor, adică măsura în care recoltele pot fi afectate de insecte, boli sau calamităţi naturale;

— uşurinţa executării practice a diferitelor lucrări în producţie;

— existenţa unor efecte indirecte sau remanente, îndeosebi la tratamentele cu substanţe chimice.

Importanţa relativă a acestor aspecte diferă de la o cercetare la alta. De exemplu, la experienţele cu soiuri, la care cheltuielile necesare sînt aceleaşi indiferent de soiul cultivat, accentul se pune pe sporul de producţie, calitatea

Scanned with OKEN Scanner

și siguranța producțiilor, în timp ce la experiențele cu îngrășăminte aspectul economic devine chiar mai important decît sporurile absolute de producție. De asemenea, la experiențele cu asolamente compararea veniturilor nete este practic singura cale de apreciere a diferitelor variante.

De cea mai mare importanță în efectuarea recomandărilor este delimitarea clară a condițiilor în care aceste recomandări sînt eficace. Pentru aceasta experimentatorul trebuie să definească foarte concret totalitatea condițiilor pe care le reprezintă experiențele respective și să-și mărginească recomandările numai la aceste condiții. Executarea experiențelor în rețea, într-un număr mare de puncte și un număr mare de ani, are tocmai scopul de a lărgi domeniul de valabilitate a concluziilor, evitînd astfel riscul unor generalizări greșite.

Participarea directă a specialiștilor din producție la verificarea pe scară largă a recomandărilor, prin intermediul experiențelor în producție și a loturilor demonstrative, reprezintă etapa finală, strict necesară, a oricărei experimentări, confirmarea convingătoare a rezultatelor muncii de cercetare.

Astăzi în țara noastră recomandările se fac pe baza unor experimentări de lungă durată, completate de largi cercetări în producție, la care participă specialiști din diferite domenii, ceea ce asigură eficiența acestor recomandări în sporirea continuă a producției agricole.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

Anghel Gh., (1940) — Contribuţiuni la tehnica experienţelor cu soiuri de cereale. Cluj.

Arnoux M., (1962) — Quelques principes d'expérimentation en arboriculture fruitière. B.T.I. 169.

Bailey N. T., (1959) — Statistical methods in biology, The English Universities Presss LTD.

Becker Gg. (1962) — Einsatz eines Mähdreschers in Feldversuchen. Zeitschr. f. Acker — und Pflanzenbau *114*,3.

Behrens W. U., (1956) — Die Eignung verschiedener Feldversuchsanordnungen zur Ausgleich der Bodenunterschiede. Zeitschr. f. Acker.- u. Pflanzenbau *101*.

Berry G., Cleaver T. J., Nelder J. A. and Salter P. Y., (1966) — Methods of recording data in the laboratory and field. Experimental Agriculture; 2.

Bordeianu T. (1966) — Tehnica experienţelor pomicole. Manuscris.

Bundessortenamt Rethmar (1961) — Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen.

Ceapoiu N. (1963) — Calcularea şi interpretarea rezultatelor din experienţele polifactoriale aşezate după metoda parcelelor subdivizate. Probleme Agricole 2 şi 3.

Ceapoiu N. (1964) — Calcularea şi interpretarea grupelor (seriilor) de experienţe. Probleme Agricole 12.

Cochran W., Cox G., (1964) — Experimental Designs, John Wiley and Sons, Inc., New York.

Cox R. D. (1964) — Planning of experiments. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Davidescu D., Ionescu M., Ivănescu Magda, Pavlovschi G. şi Slusanschi H. (1963) — Metode de analize chimice şi fizice. Editura Academiei R.P.R.

Scanned with OKEN Scanner

Drechsler G. (1880) — Düngungsversuche auf dem Versuchsfelde des landw. Institutes der Universität Göttingen. Journal für Landwirtschaft, 28.

Drechsler G. (1884) — Düngungsversuche. I. Bericht über Düngungsversuche in der Provinz Hannover im Jahre 1883. Ebenda, 32.

Dumitrescu M. (1966) — Norme de tehnică experimentală în legumicultură. Manuscris.

Ferrari Th. J. (1965) — Cercetarea cu și fără intervenție. Probleme actuale ale cercetărilor agricole. Traducere. Centrul de Documentare agricolă. București.

Fisher R. A. (1926) — The arrangement of field experiments. J. Min. of Agric., *33*.

Fisher R. A. (1951) — The Design of Experiments. Oliver & Boyd, Ltd., Edinburgh.

Fisher R. A. (1938) — Statistical Methods for Research Workers. 7 th ed. Oliver & Boyd, Ltd., Edinburgh.

Fleischer M. (1891) — Dritter Bericht über die Arbeiten der Moorversuchsstation Bremen auf Hochmoor. Die Feld- und Wiesenversuche der Moor — Versuchsstation. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 20.

Geisler G. und J. Staab (1958) — Versuchsanstellung im Weinbau. Vitis, Bd. 1.

Grouven H. (1868) — Dritter Bericht über die Arbeiten der Versuchstation Salzmüde. Flemming, Glogau.

Hatton R. G. (1931) — The elimination of sources of error in field experiments. A.R.S. Malling Res. Stat for 1928—30.

Hoblyn T. N. (1931) — Field experiments in horticulture. Tech. Commun. Bur. Fruit Prod. East Malling 2.

Ionescu H. M. (1962) — Statistica matematică, Editura de Stat Didactică și Pedagogică. București.

Ionescu Șișești Gh. și Coculescu Gr. (1939) — Principalele tipuri de sol din România. Public. I.C.A.R.

Ionescu Șișești Gh. și Staicu I. (1958) — Agrotehnica. Editura Agro-Silvică.

Isenbeck K. (1941) — Die Prüfung des Zuchterfolges. Handbuch der Pflanzenzüchtung I. Berlin.

Iuriev V., Cuciomov P., Linnic G., Volf V. și Niculin B. (1953) — Ameliorarea și producerea semințelor de plante agricole. Editura Agro-Silvică, București.

Jugenheimer W. and Williams K. E. (1958) — Performance of experimental corn hybrids in Illinois. A.E.S. Illinois, Bul. 636.

Konstantinov B. V. (1952) — Osnovî selskohozeaistvennogo opîtnogo dela (Bazele tehnicii experimentale agricole) Moscova.

Kudreavțeva A. A. (1949) — Metodika i tehnika postanovki polevogo opîta na stationarnîh uceastkah (Metodica și tehnica montării experiențelor de cîmp pe parcele fixe). Moscova.

Liang G. H. L., Heyne E. G., Walter T. L. (1966) — Estimates of Variety×Environmental Interactions în Yield Tests of Three Small Grains and Their Significance on the Breeding Programs, Crop Science 6, nr. 2.

Scanned with OKEN Scanner

Mancini E. (1952) — Metodologia sperimentale in agricultura. Napoli.

Mercer W. B. and Hall A. D. (1911) — The experimental error of field trials. J. Agric. Sci., 4.

Mihoc Gh. şi Urseanu V. (1962) — Matematici aplicate în statistică, Editura Academiei Republicii Populare Române.

Miller P. A., Williams J. C., Robinson H. F. (1959) — Variety×Environment Interactions in Cotton Variety Tests and Their Implications on Testing Methods, Agronomy Journal 51, pag. 132—134.

Mudra A. (1952) — Einführung in die Methodik der Feldversuche. Hirzel Verlag Leipzig.

Mudra A. (1958) — Statistische Methoden für Feldversuche. Verlag Paul Parey. Berlin.

Neagu M. I. (1960) — Selecţia plantelor horti-viticole. Editura Agro-Silvică de Stat, Bucureşti.

Pearce S. C. (1953) — Field experimentation with fruit trees and other perennial plants, Commonwealth Agricultural Bureaux.

Pearce S. C. (1965) — Statistical techniques in fruit tree research. Biometrie — Praximetrie — *VI*, 2.

Rodewald and Quante (1907) — Die Haferanbauversuche der D.L.G. 1901/1904. Arbeiten der D.L.G. Heft 125.

Roemer Th. (1930) — Der Feldversuch. Berlin.

Rüther I. and Specht G. (1956) — Feldversuche in der landw. Praxis. Akademie-Verlag. Berlin.

Salmon S. C. and Hanson A. A. (1964) — The principles and practice of agricultural research. London.

Săulescu N. şi Gluşco B. (1933) — Influenţa vecinilor în culturile comparative cu soiuri de porumb. Analele Inst. Cerc. Agr. V.

Săulescu N., Popa Tr. şi Rădoi Aurora (1960) — Contribuţii la metodica experienţelor cu soiuri la porumb. Lucrările ştiinţifice ale Institutului Agronomic „N. Bălcescu" Bucureşti.

Scheffe Henry (1958) — The Analysis of Variance, John Wiley and Sons, Inc., New York.

Sipoş Gh. (1966) — O aşezare simplă pentru executarea experienţelor factoriale. Probleme Agricole.

Snedecor George W. (1957) — Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology, V Edition, The Iowa State College Press, Ames, Iowa.

Specht G. and K. H. Müller (1960) — Probleme bei der Durchführung von Grossflächenstreuversuche. Zeitschr. f. landw. Versuchs- and Untersuchungswesen. Bd. 6, Heft 2.

Urbah V. I. (1963) — Matematiceskaia statistika dlia biologov i medicov, Izdatelstvo Akademii Nauk SSSR, Moskva.

Văleanu L. (1966) — Metodologia cercetărilor în agrotehnică viticolă. Manuscris.

Scanned with OKEN Scanner

TABELE ANEXĂ

Tabelul anexă 1

25 RÎNDURI CU NUMERE RANDOMIZATE DE LA 1 LA 15.

Acest tabel, întocmit spre a ușura așezarea la întîmplare (randomizarea) a variantelor, se folosește numai la experiențele așezate în blocuri.

Tabelul cuprinde 15 variante. El poate fi folosit și la experiențele cu mai puține variante, sărind peste numerele mai mari decît numărul total de variante al experienței, ce se planifică. De asemenea, el poate fi folosit și la experiențele cu mai multe variante, lucrînd cu două rînduri și adăugînd la șirul al doilea numărul 15.

Rîndurile vor fi folosite pe sărite; la fiecare repetiție și la orice altă experiență din localitate sau din țară vor fi folosite întotdeauna alte rînduri.

1	3	4	9	15	7	14	10	2	1	12	5	11	8	13	6
2	9	6	4	15	5	13	8	3	14	12	2	1	10	11	7
3	12	14	13	6	4	15	11	1	9	8	3	7	2	10	5
4	3	10	2	8	14	6	5	15	13	1	7	4	12	9	11
5	7	5	9	11	15	1	14	4	10	2	3	6	8	13	12
6	12	4	6	13	9	14	8	15	2	1	11	7	3	10	5
7	6	11	12	2	14	8	10	15	13	4	1	3	7	9	5
8	14	8	12	1	5	2	9	4	6	11	7	13	15	10	3
9	4	14	5	13	8	10	3	12	1	15	6	2	7	11	9
10	8	1	5	12	6	11	3	14	13	7	15	4	9	2	10
11	15	10	11	4	9	6	1	5	14	3	12	7	8	13	2
12	4	11	8	6	14	10	3	9	2	15	1	5	7	13	12
13	10	8	2	3	4	1	9	13	15	7	5	6	11	14	12
14	6	10	2	12	9	11	13	4	7	5	15	3	8	14	1
15	11	15	6	4	14	8	12	13	7	5	1	10	9	2	3
16	10	2	4	13	7	14	12	15	3	6	5	9	11	1	8
17	12	4	11	1	13	9	5	7	14	3	10	6	8	2	15
18	13	15	11	5	4	14	6	10	9	8	1	12	3	2	7
19	1	9	15	7	8	13	6	12	3	5	10	11	4	2	14
20	2	1	9	15	10	7	11	12	13	8	3	6	4	14	5
21	4	12	3	5	6	1	7	9	2	13	11	8	14	10	15
22	14	7	4	6	10	2	15	13	5	12	8	3	11	9	1
23	12	2	9	3	15	1	10	13	6	8	5	14	4	7	11
24	3	13	1	10	14	9	8	6	15	2	12	7	4	5	11
25	15	12	2	5	8	11	13	1	4	6	9	10	7	3	14

Scanned with OKEN Scanner

EXEMPLE DE SCHEME PENTRU DIFERITE METODE DE AȘEZARE A EXPERIENȚELOR

Așezări în blocuri

La 4 variante:

1	2	3	4	3	1	4	2	4	2	1	3	2	4	3	1

La 5 variante:

A

1	2	3	4	5	4	1	5	3	2
3	5	1	2	4	5	4	2	1	3

B

1	2	3	4	5
3	1	5	2	4
5	4	1	3	2
2	5	4	1	3

La 6 variante:

A

1	2	3	4	5	6	4	2	5	6	3	1
5	4	1	2	6	3	3	6	4	1	5	2

B

1	2	3	4	5	6
3	4	6	5	2	1
6	3	5	1	4	2
2	6	4	3	1	5

La 7 variante:

A

1	2	3	4	5	6	7	7	1	5	2	6	3	4
4	7	1	3	6	5	2	2	3	6	1	4	7	5

B

1	2	3	4	5	6	7
3	7	1	5	4	2	6
7	5	3	2	6	4	1
4	2	6	1	7	5	3

Scanned with OKEN Scanner

La 8 variante:

A

1	2	3	4	5	6	7	8	4	7	8	1	3	5	2	6
5	3	1	7	2	8	6	4	8	6	4	2	7	3	5	1

B

1	2	3	4	5	6	7	8
3	8	5	7	6	4	2	1
7	4	6	8	2	1	3	5
2	7	3	5	4	8	1	6

La 9 variante:

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	6	2	4	9	7	3	5	8	1
7	8	5	2	9	4	1	3	6	3	5	8	1	9	2	7	6	4

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	4	9	6	1	7	3	2	5
5	7	3	9	2	8	6	1	4
2	6	8	7	4	1	9	5	3

La 10 variante:

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	4	9	7	5	2	8	6	3	1
7	4	9	8	10	1	6	3	5	2	8	5	1	3	7	9	10	2	4	6

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	9	2	10	6	8	1	7	4	5
5	4	7	9	1	3	8	10	6	2
4	10	5	7	2	9	8	3	1	6

Scanned with OKEN Scanner

Așezări în patrat latin

(Repartizare justă după Behrens 1956)

La 5 variante ($v=5$, $n=5$)

A

3	1	5	2	4
2	5	4	1	3
4	3	2	5	1
5	4	1	3	2
1	2	3	4	5

B

3	1	5	2	4
2	5	4	3	1
4	3	1	5	2
5	4	2	1	3
1	2	3	4	5

La 6 variante ($v=6$, $n=6$)

3	5	1	6	2	4
2	6	4	5	1	3
4	1	2	3	6	5
6	3	5	1	4	2
5	4	6	2	3	1
1	2	3	4	5	6

La 7 variante ($v=7$, $n=7$)

2	3	1	6	7	4	5
7	4	5	2	1	3	6
5	6	7	3	4	2	1
4	1	2	5	6	7	3
6	7	4	1	3	5	2
3	5	6	7	2	1	4
1	2	3	4	5	6	7

La 8 variante ($v=8$, $n=8$)

3	5	7	2	4	8	1	6
8	6	4	1	7	2	3	5
2	3	8	5	6	1	4	7
4	1	6	7	3	5	8	2
5	7	2	8	1	4	6	3
6	8	1	3	2	7	5	4
7	4	5	6	8	3	2	1
1	2	3	4	5	6	7	8

Scanned with OKEN Scanner

Aşezări în patrat latin
(repartizarea randomizată)

La 4 variante: ($v=4$, $n=4$):

A

1	2	3	4
4	3	1	2
2	1	4	3
3	4	2	1

B

1	2	3	4
3	1	4	2
4	3	2	1
2	4	1	3

La 5 variante: ($v=5$, $n=5$):

A

1	2	3	4	5
4	1	5	3	2
5	3	1	2	4
3	4	2	5	1
2	5	4	1	3

B

1	2	3	4	5
3	5	1	2	4
4	3	5	1	2
5	4	2	3	1
2	1	4	5	3

La 6 variante ($v=6$, $n=6$):

A

1	2	3	4	5	6
6	3	5	1	2	4
5	4	6	3	1	2
2	5	1	6	4	3
4	6	2	5	3	1
3	1	4	2	6	5

B

1	2	3	4	5	6
4	3	1	6	2	5
2	6	4	5	3	1
6	4	5	3	1	2
5	1	6	2	4	3
3	5	2	1	6	4

La 7 variante ($v=7$, $n=7$):

A

1	2	3	4	5	6	7
3	1	4	2	7	5	6
2	4	7	5	6	1	3
5	7	6	1	3	4	2
4	6	1	3	2	7	5
7	5	2	6	4	3	1
6	3	5	7	1	2	4

B

1	2	3	4	5	6	7
7	6	2	5	3	1	4
3	5	7	2	6	4	1
4	1	5	6	2	7	3
2	3	4	7	1	5	6
5	4	6	1	7	3	2
6	7	1	3	4	2	5

Scanned with OKEN Scanner

La 8 variante ($v=8$, $n=8$):

A

1	2	3	4	5	6	7	8
3	8	5	1	7	2	6	4
7	6	2	5	4	8	1	3
2	5	8	3	6	1	4	7
5	3	1	7	2	4	8	6
6	7	4	2	8	5	3	1
4	1	6	8	3	7	2	5
8	4	7	6	1	3	5	2

B

1	2	3	4	5	6	7	8
8	4	1	7	2	5	6	3
3	6	5	2	7	1	8	4
7	1	2	8	4	3	5	6
2	5	4	3	6	8	1	7
4	7	6	5	8	2	3	1
6	8	7	1	3	4	2	5
5	3	8	6	1	7	4	2

La 9 variante ($v=9$, $n=9$)

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	5	8	6	2	9	1	3	4
4	9	2	5	1	8	3	7	6
8	1	6	3	7	4	5	9	2
3	7	4	9	8	1	2	6	5
9	4	1	8	3	5	6	2	7
6	3	5	7	9	2	4	1	8
2	6	9	1	4	7	8	5	3
5	8	7	2	6	3	9	4	1

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	5	9	1	7	3	6	2	4
3	7	2	5	1	8	4	9	6
6	4	8	3	2	7	9	5	1
2	8	1	6	9	4	3	7	5
7	3	5	8	6	9	1	4	2
4	6	7	9	3	2	5	1	8
9	1	4	7	8	5	2	6	3
5	9	6	2	4	1	8	3	7

La 10 variante ($v=10$, $n=10$)

A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	8	6	9	7	1	3	10	2	4
3	10	1	7	2	9	8	6	4	5
7	4	9	2	10	8	1	3	5	6
9	1	5	6	8	2	4	7	10	3
8	9	2	5	4	10	6	1	3	7
2	6	7	10	1	3	5	4	8	9
6	3	10	8	9	4	2	5	7	1
10	7	4	3	6	5	9	2	1	8
4	5	8	1	3	7	10	9	6	2

B

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	8	1	6	4	9	10	7	2	3
8	3	5	1	7	2	4	6	10	9
2	7	10	5	1	8	3	9	4	6
6	4	8	10	3	1	9	5	7	2
9	6	2	7	10	3	5	1	8	4
4	9	6	3	2	5	8	10	1	7
7	5	4	9	8	10	2	3	6	1
10	1	7	8	9	4	6	2	3	5
3	10	9	2	6	7	1	4	5	8

Scanned with OKEN Scanner

Aşezarea în dreptunghi latin

La 8 variante 4×2 ($v=8$, $n=4$):

1	2	3	4	5	6	7	8
5	7	6	2	1	8	4	3
3	6	8	1	4	7	2	5
8	4	5	7	2	3	1	6

La 10 variante 5×2 ($v=10$, $n=5$):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	10	8	1	3	9	5	2	4	6
6	3	5	2	10	8	9	4	7	1
5	9	6	7	2	4	10	1	3	8
4	8	10	9	7	1	6	3	5	2

La 12 variante 6×2 ($v=12$, $n=6$):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	9	8	1	12	3	10	5	7	6	2	4
7	5	10	2	4	9	6	11	3	12	1	8
8	6	5	12	7	11	3	1	4	2	9	10
12	4	11	6	8	10	2	9	5	1	7	3
10	3	9	7	1	2	4	12	11	8	6	5

La 15 variante 5×3 ($v=15$, $n=5$):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	7	4	13	2	14	12	15	3	5	6	8	11	1	9
8	15	14	7	10	1	2	4	11	13	9	3	6	12	5
5	9	11	15	8	12	1	13	6	2	7	14	10	3	4
12	13	6	9	3	11	10	5	14	1	4	15	7	2	8

Scanned with OKEN Scanner

La 18 variante 6×3 ($v=18$, $n=6$)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
8	10	15	13	16	18	11	2	17	6	4	9	1	7	12	3	14	5
7	5	9	17	14	15	1	13	12	3	18	2	10	4	16	6	11	8
12	18	4	2	3	9	14	6	15	8	16	1	5	11	17	7	10	13
16	14	17	11	12	8	3	10	4	13	5	7	2	6	18	1	15	9
13	11	6	1	7	10	5	16	18	15	14	17	3	8	9	2	4	12

La 20 variante 5×4 ($v=20$, $n=5$)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	11	10	6	9	14	18	1	7	20	17	2	4	19	8	12	16	3	15	13
15	19	7	13	12	17	16	20	14	18	4	5	9	2	10	3	1	11	8	6
18	8	12	9	19	3	15	2	1	13	6	16	20	11	5	17	14	4	7	10
17	20	16	14	10	4	11	13	3	19	8	15	6	7	1	18	9	2	12	5

Așezarea în grilaje (după *Cochran* și *Cox*)

Planuri de bază

v = numărul variantelor, k = numărul variantelor dintr-un bloc, n = numărul repetițiilor, b = numărul blocurilor, c = numărul coloanelor.

La 9 variante: grilaj balansat 3×3 ($v=9$, $k=3$, $n=4$, $b=12$)

Bloc	Repetiția I			Repetiția II			Repetiția III			Repetiția IV		
(1)	1	2	3	(4)	1	4	7	(7)	1	5	9	(10)	1	8	6
(2)	4	5	6	(5)	2	5	8	(8)	7	2	6	(11)	4	2	9
(3)	7	8	9	(6)	3	6	9	(9)	4	8	3	(12)	7	5	3

La 16 variante: grilaj patrat balansat 4×4 ($v=16$, $k=4$, $n=5$, $b=20$, $c=20$)

Repetiția I

1	5	9	13
2	6	10	14
3	7	11	15
4	8	12	16

Repetiția II

1	2	3	4
6	5	8	7
11	12	9	10
16	15	14	13

Repetiția III

1	11	16	6
12	2	5	15
14	8	3	9
7	13	10	4

Repetiția IV

1	7	12	14
8	2	13	11
10	16	3	5
15	9	6	4

Repetiția V

1	10	15	8
9	2	7	16
13	6	3	12
5	14	11	4

Scanned with OKEN Scanner

La 25 de variante: grilaj patrat balansat **5×5** ($v=25$, $k=5$, $n=3$, $b=15$, $c=15$)

I

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

II

1	10	14	18	22
23	2	6	15	19
20	24	3	7	11
12	16	25	4	8
9	13	17	21	5

III

1	8	15	17	24
25	2	9	11	18
19	21	3	10	12
13	20	22	4	6
7	14	16	23	5

La 49 variante: grilaj patrat balansat **7×7** ($v=49$, $k=7$, $n=4$, $b=28$, $c=28$)

I

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	32	33	34	35
36	37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48	49

II

1	38	26	14	44	32	20
21	2	39	27	8	45	33
34	15	3	40	28	9	46
47	35	16	4	41	22	10
11	48	29	17	5	42	23
24	12	49	30	18	6	36
37	25	13	43	31	19	7

III

1	19	30	48	10	28	39
40	2	20	31	49	11	22
23	41	3	21	32	43	12
13	24	42	4	15	33	44
45	14	25	36	5	16	34
35	46	8	26	37	6	17
18	29	47	9	27	38	7

IV

1	42	27	12	46	31	16
17	2	36	28	13	47	32
33	18	3	37	22	14	48
49	34	19	4	38	23	8
9	43	35	20	5	39	24
25	10	44	29	21	6	40
41	26	11	45	30	15	7

La 64 de variante: grilaj patrat balansat **8×8** ($v=64$, $k=8$, $n=9$, $b=72$, $c=72$)

I

1	9	17	25	33	41	49	57
2	10	18	26	34	42	50	58
3	11	19	27	35	43	51	59
4	12	20	28	36	44	52	60
5	13	21	29	37	45	53	61
6	14	22	30	38	46	54	62
7	15	23	31	39	47	55	63
8	16	24	32	40	48	56	64

II

1	10	19	28	37	46	55	64
9	2	51	44	61	30	23	40
17	50	3	36	29	62	15	48
25	42	35	4	21	14	63	56
33	58	27	20	5	54	47	16
41	26	59	12	53	6	39	24
49	18	11	60	45	38	7	32
57	34	43	52	13	22	31	8

Scanned with OKEN Scanner

III

1	44	62	56	27	39	18	13
46	2	17	35	16	53	60	31
64	23	3	25	54	12	45	34
55	40	29	4	58	41	11	22
28	9	50	63	5	24	38	43
37	51	15	42	20	6	32	57
19	61	48	14	33	26	7	52
10	30	36	21	47	59	49	8

IV

1	60	54	40	43	15	26	21
62	2	25	11	24	37	52	47
56	31	3	41	38	20	61	10
39	16	45	4	50	57	19	30
44	17	34	55	5	32	14	59
13	35	23	58	28	6	48	49
27	53	64	22	9	42	7	36
18	46	12	29	63	51	33	8

V

1	11	20	30	34	48	53	63
15	2	56	45	59	28	22	33
21	52	3	39	32	58	9	46
26	47	38	4	17	13	64	51
40	62	31	19	5	49	42	12
43	25	61	16	55	6	36	18
54	24	10	57	44	35	7	29
60	37	41	50	14	23	27	8

VI

1	59	52	38	42	16	29	23
63	2	32	13	19	36	54	41
53	28	3	47	40	18	57	14
34	15	46	4	49	61	24	27
48	22	39	51	5	25	10	60
11	33	21	64	31	6	44	50
30	56	58	17	12	43	7	37
20	45	9	26	62	55	35	8

VII

1	32	47	61	22	50	12	35
29	2	14	49	39	64	43	20
42	13	3	24	60	33	30	55
59	54	18	4	48	31	37	9
23	36	57	46	5	11	56	26
52	63	40	27	10	6	17	45
16	41	28	34	51	21	7	62
38	19	53	15	25	44	58	8

VIII

1	14	24	31	36	45	51	58
12	2	55	48	57	27	21	38
22	49	3	37	26	63	16	44
32	43	33	4	23	10	62	53
35	64	30	18	5	52	41	15
47	29	60	9	56	6	34	19
50	20	13	59	46	40	7	25
61	39	42	54	11	17	28	8

IX

1	2	3	4	5	6	7	8
14	12	16	10	15	9	13	11
24	21	22	23	18	19	20	17
31	27	26	32	30	29	25	28
36	38	37	33	35	34	40	39
45	48	44	43	41	47	46	42
51	55	49	53	52	56	50	54
58	57	63	62	64	60	59	61

Scanned with OKEN Scanner

La 81 de variante: grilaj patrat balansat 9×9 ($v=81$, $k=9$, $n=5$, $b=45$, $c=45$)

I

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45
46	47	48	49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81

II

1	12	20	34	45	53	58	69	77
21	2	10	54	35	43	78	59	67
11	19	3	44	52	36	68	76	60
61	72	80	4	15	23	28	39	47
81	62	70	24	5	13	48	29	37
71	79	63	14	22	6	38	46	30
31	42	50	55	66	74	7	18	26
51	32	40	75	56	64	27	8	16
41	49	33	65	73	57	17	25	9

III

1	57	29	16	72	44	22	78	50
30	2	55	45	17	70	51	23	76
56	28	3	71	43	18	77	49	24
25	81	53	4	60	32	10	66	38
54	26	79	33	5	58	39	11	64
80	52	27	59	31	6	65	37	12
13	69	41	19	75	47	7	63	35
42	14	67	48	20	73	36	8	61
68	40	15	74	46	21	62	34	9

IV

1	33	62	27	47	76	14	43	66
63	2	31	77	25	48	64	15	44
32	61	3	46	78	26	45	65	13
17	37	69	4	36	56	21	50	79
67	18	38	57	5	34	80	19	51
39	68	16	35	55	6	49	81	20
24	53	73	11	40	72	7	30	59
74	22	54	70	12	41	60	8	28
52	75	23	42	71	10	29	58	9

V

1	60	35	18	65	40	23	79	48
36	2	58	41	16	66	46	24	80
59	34	3	64	42	17	81	47	22
26	73	51	4	63	29	12	68	43
49	27	74	30	5	61	44	10	69
75	50	25	62	28	6	67	45	11
15	71	37	20	76	54	7	57	32
38	13	72	52	21	77	33	8	55
70	39	14	78	53	19	56	31	9

Scanned with OKEN Scanner

La 121 de variante: grilaj patrat balansat 11×11

($v=121$, $k=11$, $n=6$, $b=66$, $c=66$)

I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121

II

1	102	82	62	42	22	112	92	72	52	32
33	2	103	83	63	43	12	113	93	73	53
54	23	3	104	84	64	44	13	114	94	74
75	55	24	4	105	85	65	34	14	115	95
96	76	45	25	5	106	86	66	35	15	116
117	97	77	46	26	6	107	87	56	36	16
17	118	98	67	47	27	7	108	88	57	37
38	18	119	99	68	48	28	8	109	78	58
59	39	19	120	89	69	49	29	9	110	79
80	60	40	20	121	90	70	50	30	10	100
101	81	61	41	21	111	91	71	51	31	11

III

1	115	108	90	83	76	58	51	44	26	19
20	2	116	109	91	84	77	59	52	34	27
28	21	3	117	110	92	85	67	60	53	35
36	29	22	4	118	100	93	86	68	61	54
55	37	30	12	5	119	101	94	87	69	62
63	45	38	31	13	6	120	102	95	88	70
71	64	46	39	32	14	7	121	103	96	78
79	72	65	47	40	33	15	8	111	104	97
98	80	73	66	48	41	23	16	9	112	105
106	99	81	74	56	49	42	24	17	10	113
114	107	89	82	75	57	50	43	25	18	11

Scanned with OKEN Scanner

IV

1	40	68	107	14	53	81	120	27	66	94
95	2	41	69	108	15	54	82	121	28	56
57	96	3	42	70	109	16	55	83	111	29
30	58	97	4	43	71	110	17	45	84	112
113	31	59	98	5	44	72	100	18	46	85
86	114	32	60	99	6	34	73	101	19	47
48	87	115	33	61	89	7	35	74	102	20
21	49	88	116	23	62	90	8	36	75	103
104	22	50	78	117	24	63	91	9	37	76
77	105	12	51	79	118	25	64	92	10	38
39	67	106	13	52	80	119	26	65	93	11

V

1	119	105	91	88	74	60	46	43	29	15
16	2	120	106	92	78	75	61	47	44	30
31	17	3	121	107	93	79	76	62	48	34
35	32	18	4	111	108	94	80	77	63	49
50	36	33	19	5	112	109	95	81	67	64
65	51	37	23	20	6	113	110	96	82	68
69	66	52	38	24	21	7	114	100	97	83
84	70	56	53	39	25	22	8	115	101	98
99	85	71	57	54	40	26	12	9	116	102
103	89	86	72	58	55	41	27	13	10	117
118	104	90	87	73	59	45	42	28	14	11

VI

1	110	87	64	41	18	116	93	70	47	24
25	2	100	88	65	42	19	117	94	71	48
49	26	3	101	78	66	43	20	118	95	72
73	50	27	4	102	79	56	44	21	119	96
97	74	51	28	5	103	80	57	34	22	120
121	98	75	52	29	6	104	81	58	35	12
13	111	99	76	53	30	7	105	82	59	36
37	14	112	89	77	54	31	8	106	83	60
61	38	15	113	90	67	55	32	9	107	84
85	62	39	16	114	91	68	45	33	10	108
109	86	63	40	17	115	92	69	46	23	11

Scanned with OKEN Scanner

La 169 de variante: grilaj patrat balansat 13×13

($v=169$, $k=13$, $n=7$, $b=91$, $c=91$)

I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117
118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169

II

1	26	38	50	62	74	86	98	110	122	134	146	158
159	2	14	39	51	63	75	87	99	111	123	135	147
148	160	3	15	27	52	64	76	88	100	112	124	136
137	149	161	4	16	28	40	65	77	89	101	113	125
126	138	150	162	5	17	29	41	53	78	90	102	114
115	127	139	151	163	6	18	30	42	54	66	91	103
104	116	128	140	152	164	7	19	31	43	55	67	79
80	92	117	129	141	153	165	8	20	32	44	56	68
69	81	93	105	130	142	154	166	9	21	33	45	57
58	70	82	94	106	118	143	155	167	10	22	34	46
47	59	71	83	95	107	119	131	156	168	11	23	35
36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	169	12	24
25	37	49	61	73	85	97	109	121	133	145	157	13

Scanned with OKEN Scanner

III

1	24	34	44	54	77	87	97	107	130	140	150	160
161	2	25	35	45	55	78	88	98	108	118	141	151
152	162	3	26	36	46	56	66	89	99	109	119	142
143	153	163	4	14	37	47	57	67	90	100	110	120
121	131	154	164	5	15	38	48	58	68	91	101	111
112	122	132	155	165	6	16	39	49	59	69	79	102
103	113	123	133	156	166	7	17	27	50	60	70	80
81	104	114	124	134	144	167	8	18	28	51	61	71
72	82	92	115	125	135	145	168	9	19	29	52	62
63	73	83	93	116	126	136	146	169	10	20	30	40
41	64	74	84	94	117	127	137	147	157	11	21	31
32	42	65	75	85	95	105	128	138	148	158	12	22
23	33	43	53	76	86	96	106	129	139	149	159	13

IV

1	22	30	51	59	67	88	96	117	125	133	154	162
163	2	23	31	52	60	68	89	97	105	126	134	155
156	164	3	24	32	40	61	69	90	98	106	127	135
136	144	165	4	25	33	41	62	70	91	99	107	128
129	137	145	166	5	26	34	42	63	71	79	100	108
109	130	138	146	167	6	14	35	43	64	72	80	101
102	110	118	139	147	168	7	15	36	44	65	73	81
82	103	111	119	140	148	169	8	16	37	45	53	74
75	83	104	112	120	141	149	157	9	17	38	46	54
55	76	84	92	113	121	142	150	158	10	18	39	47
48	56	77	85	93	114	122	143	151	159	11	19	27
28	49	57	78	86	94	115	123	131	152	160	12	20
21	29	50	58	66	87	95	116	124	132	153	161	13

V

1	20	39	45	64	70	89	95	114	120	139	145	164
165	2	21	27	46	65	71	90	96	115	121	140	146
147	166	3	22	28	47	53	72	91	97	116	122	141
142	148	167	4	23	29	48	54	73	79	98	117	123
124	143	149	168	5	24	30	49	55	74	80	99	105
106	125	131	150	169	6	25	31	50	56	75	81	100
101	107	126	132	151	157	7	26	32	51	57	76	82
83	102	108	127	133	152	158	8	14	33	52	58	77
78	84	103	109	128	134	153	159	9	15	34	40	59
60	66	85	104	110	129	135	154	160	10	16	35	41
42	61	67	86	92	111	130	136	155	161	11	17	36
37	43	62	68	87	93	112	118	137	156	162	12	18
19	38	44	63	69	88	94	113	119	138	144	163	13

Scanned with OKEN Scanner

VI

1	18	35	52	56	73	90	94	111	128	132	149	166
167	2	19	36	40	57	74	91	95	112	129	133	150
151	168	3	20	37	41	58	75	79	96	113	130	134
135	152	169	4	21	38	42	59	76	80	97	114	118
119	136	153	157	5	22	39	43	60	77	81	98	115
116	120	137	154	158	6	23	27	44	61	78	82	99
100	117	121	138	155	159	7	24	28	45	62	66	83
84	101	105	122	139	156	160	8	25	29	46	63	67
68	85	102	106	123	140	144	161	9	26	30	47	64
65	69	86	103	107	124	141	145	162	10	14	31	48
49	53	70	87	104	108	125	142	146	163	11	15	32
33	50	54	71	88	92	109	126	143	147	164	12	16
17	34	51	55	72	89	93	110	127	131	148	165	13

VII

1	16	31	46	61	76	91	93	108	123	138	153	168
169	2	17	32	47	62	77	79	94	109	124	139	154
155	157	3	18	33	48	63	78	80	95	110	125	140
141	156	158	4	19	34	49	64	66	81	96	111	126
127	142	144	159	5	20	35	50	65	67	82	97	112
113	128	143	145	160	6	21	36	51	53	68	83	98
99	114	129	131	146	161	7	22	37	52	54	69	84
85	100	115	130	132	147	162	8	23	38	40	55	70
71	86	101	116	118	133	148	163	9	24	39	41	56
57	72	87	102	117	119	134	149	164	10	25	27	42
43	58	73	88	103	105	120	135	150	165	11	26	28
29	44	59	74	89	104	106	121	136	151	166	12	14
15	30	45	60	75	90	92	107	122	137	152	167	13

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul anexă 3

LUAREA PROBELOR PENTRU ANALIZE

Grupa de plante respectiv specia g	Felul analizei	Proba* din fiecare parcelă repetiţie g	Proba totală din variantă g	Proba* medie care se trimite g
Cereale păioase	Analize generale ale însuşirii bobului (inclusiv substanţa uscată)	200	800	300
Grîu	Proba de panificaţie	1 000	4 000	2 000
Orzoaică	Analiza însuşirilor malţului	1 000	4 000	2 500
Porumb	Analize generale ale însuşirilor bobului (inclusiv substanţa uscată)	300	1 200	300
Mazăre, fasole, linte, soia	Analize generale ale însuşirilor bobului (inclusiv substanţa uscată)	200	800	200
Floarea-soarelui, in şi cînepă, inclusiv seminţele mici de leguminoase (trifoi, lucernă)	Analize generale ale însuşirilor bobului (inclusiv substanţa uscată)	200	800	200
Floarea-soarelui, in şi cînepă	Analiza conţinutului de ulei	300	1 200	500
Masă verde Trifoi, sparcetă, lucernă, ghizdei, măzăriche	Determinarea conţinutului de substanţă uscată şi de proteine	300	1 200	1 000
Păşuni şi fîneţe	Determinarea conţinutului de substanţă uscată şi de proteine etc.	500	2 000	500
Porumb de siloz, porumb masă-verde	Determinarea conţinutului de substanţă uscată şi de proteine	6 000	24 000	2 000
Tulpini şi capsule In, cînepă	Determinarea conţinutului de substanţă uscată şi de fibre	300	1 200	1 200

* Probele vor fi reprezentative şi luate la întîmplare

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul anexă 4 a

FACTORI PENTRU RECALCULAREA PRODUCȚIEI LA 86% SUBSTANȚĂ USCATĂ

70,0	0,814	71,0	0,826	72,0	0,837	73,0	0,849
1	0,815	1	0,827	1	0,838	1	0,850
2	0,816	2	0,828	2	0,840	2	0,851
3	0,817	3	0,829	3	0,841	3	0,852
4	0,819	4	0,830	4	0,842	4	0,853
5	0,820	5	0,831	5	0,843	5	0,855
6	0,821	6	0,833	6	0,844	6	0,856
7	0,822	7	0,834	7	0,845	7	0,857
8	0,823	8	0,835	8	0,847	8	0,858
9	0,824	9	0,836	9	0,848	9	0,859
74,0	0,860	75,0	0,872	76,0	0,884	77,0	0,895
1	0,862	1	0,873	1	0,885	1	0,897
2	0,863	2	0,874	2	0,886	2	0,898
3	0,864	3	0,876	3	0,887	3	0,899
4	0,865	4	0,877	4	0,888	4	0,900
5	0,866	5	0,878	5	0,890	5	0,901
6	0,867	6	0,879	6	0,891	6	0,902
7	0,869	7	0,880	7	0,892	7	0,903
8	0,870	8	0,881	8	0,893	8	0,905
9	0,871	9	0,883	9	0,894	9	0,906
78,0	0,907	79,0	0,919	80,0	0,930	81,0	0,942
1	0,908	1	0,920	1	0,931	1	0,943
2	0,909	2	0,921	2	0,933	2	0,944
3	0,910	3	0,922	3	0,934	3	0,945
4	0,912	4	0,923	4	0,935	4	0,947
5	0,913	5	0,924	5	0,936	5	0,948
6	0,914	6	0,926	6	0,937	6	0,949
7	0,915	7	0,927	7	0,938	7	0,950
8	0,916	8	0,928	8	0,940	8	0,951
9	0,917	9	0,929	9	0,941	9	0,952

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul anexă 4 a (continuare)

82,0	0,953	83,0	0,965	84,0	0,977	85,0	0,988
1	0,955	1	0,966	1	0,978	1	0,990
2	0,956	2	0,967	2	0,979	2	0,991
3	0,957	3	0,969	3	0,980	3	0,992
4	0,958	4	0,970	4	0,981	4	0,993
5	0,959	5	0,971	5	0,983	5	0,994
6	0,960	6	0,972	6	0,984	6	0,995
7	0,962	7	0,973	7	0,985	7	0,997
8	0,963	8	0,974	8	0,986	8	0,998
9	0,964	9	0,976	9	0,987	9	0,999
86,0	1,000	87,0	1,012	88,0	1,023	89,0	1,035
1	1,001	1	1,013	1	1,024	1	1,036
2	1,002	2	1,014	2	1,026	2	1,037
3	1,003	3	1,015	3	1,027	3	1,038
4	1,005	4	1,016	4	1,028	4	1,040
5	1,006	5	1,017	5	1,029	5	1,041
6	1,007	6	1,019	6	1,030	6	1,042
7	1,008	7	1,020	7	1,031	7	1,043
8	1,009	8	1,021	8	1,033	8	1,044
9	1,010	9	1,022	9	1,034	9	1,045
90,0	1,047	91,0	1,058	92,0	1,070	93,0	1,081
1	1,048	1	1,059	1	1,071	1	1,083
2	1,049	2	1,060	2	1,072	2	1,084
3	1,050	3	1,062	3	1,073	3	1,085
4	1,051	4	1,063	4	1,074	4	1,086
5	1,052	5	1,064	5	1,076	5	1,087
6	1,053	6	1,065	6	1,077	6	1,088
7	1,055	7	1,066	7	1,078	7	1,090
8	1,056	8	1,067	8	1,079	8	1,091
9	1,057	9	1,069	9	1,080	9	1,092

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul anexă 4 b

FACTORI PENTRU RECALCULAREA PRODUCȚIEI LA 88% SUBSTANȚĂ USCATĂ

70,0	0,795	71,0	0,807	72,0	0,818	73,0	0,830
1	0,797	1	0,808	1	0,819	1	0,831
2	0,798	2	0,809	2	0,820	2	0,832
3	0,799	3	0,810	3	0,822	3	0,833
4	0,800	4	0,811	4	0,823	4	0,834
5	0,801	5	0,813	5	0,824	5	0,835
6	0,802	6	0,814	6	0,825	6	0,836
7	0,803	7	0,815	7	0,826	7	0,838
8	0,805	8	0,816	8	0,827	8	0,839
9	0,806	9	0,817	9	0,828	9	0,840
74,0	0,841	75,0	0,852	76,0	0,864	77,0	0,875
1	0,842	1	0,853	1	0,865	1	0,876
2	0,843	2	0,855	2	0,866	2	0,877
3	0,844	3	0,856	3	0,867	3	0,878
4	0,845	4	0,857	4	0,868	4	0,880
5	0,847	5	0,858	5	0,869	5	0,881
6	0,848	6	0,859	6	0,870	6	0,882
7	0,849	7	0,860	7	0,872	7	0,883
8	0,850	8	0,861	8	0,873	8	0,884
9	0,851	9	0,863	9	0,874	9	0,885
78,0	0,886	79,0	0,898	80,0	0,909	81,0	0,920
1	0,888	1	0,899	1	0,910	1	0,922
2	0,889	2	0,900	2	0,911	2	0,923
3	0,890	3	0,901	3	0,913	3	0,924
4	0,891	4	0,902	4	0,914	4	0,925
5	0,892	5	0,903	5	0,915	5	0,926
6	0,893	6	0,905	6	0,916	6	0,927
7	0,894	7	0,906	7	0,917	7	0,928
8	0,895	8	0,907	8	0,918	8	0,930
9	0,897	9	0,908	9	0,919	9	0,931

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul anexă 4 b (continuare)

82,0	0,932	83,0	0,943	84,0	0,955	85,0	0,966
1	0,933	1	0,944	1	0,956	1	0,967
2	0,934	2	0,945	2	0,957	2	0,968
3	0,935	3	0,947	3	0,958	3	0,969
4	0,936	4	0,948	4	0,959	4	0,970
5	0,938	5	0,949	5	0,960	5	0,972
6	0,939	6	0,950	6	0,961	6	0,973
7	0,940	7	0,951	7	0,963	7	0,974
8	0,941	8	0,952	8	0,964	8	0,975
9	0,942	9	0,953	9	0,965	9	0,976
86,0	0,977	87,0	0,989	88,0	1,000	89,0	1,011
1	0,978	1	0,990	1	1,001	1	1,013
2	0,980	2	0,991	2	1,002	2	1,014
3	0,981	3	0,992	3	1,003	3	1,015
4	0,982	4	0,993	4	1,005	4	1,016
5	0,983	5	0,994	5	1,006	5	1,017
6	0,984	6	0,995	6	1,007	6	1,018
7	0,985	7	0,997	7	1,008	7	1,019
8	0,986	8	0,998	8	1,009	8	1,020
9	0,988	9	0,999	9	1,010	9	1,022
90,0	1,023	91,0	1,034	92,0	1,045	93,0	1,057
1	1,024	1	1,035	1	1,046	1	1,058
2	1,025	2	1,036	2	1,048	2	1,059
3	1,026	3	1,038	3	1,049	3	1,060
4	1,027	4	1,039	4	1,050	4	1,061
5	1,028	5	1,040	5	1,051	5	1,062
6	1,030	6	1,041	6	1,052	6	1,064
7	1,031	7	1,042	7	1,053	7	1,065
8	1,032	8	1,043	8	1,054	8	1,066
9	1,033	9	1,044	9	1,056	9	1,067

VALORILE TEORETICE F CARE AU PROBABILITATEA P=5%

Acest tabel servește la compararea a două varianțe prin proba F. Cel mai adesea se compară șește limitele erorii. Valoarea F determinată experimental, se compară cu valoarea teoretică pe care perimental este mai mic decît F teoretic 5% sau dacă s_V^2 este mai mică decît s_E^2, înseamnă că influența

GL pentru varianța de la numitor (s_E^2)	*GL* pentru varianța										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	241
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,41
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,84	8,81	8,78	8,74
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,00	4,00
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,48
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,38
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,31
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,28
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,23
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,20
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,18
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,16
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,15
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,30	2,25	2,20	2,13
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,36	2,29	2,24	2,19	2,12
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,10
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,09
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,00
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,02	1,95
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,92
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,14	2,07	2,01	1,97	1,89
80	3,96	3,11	2,72	2,48	2,33	2,21	2,12	2,05	1,99	1,95	1,88
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,10	2,03	1,97	1,92	1,85
150	3,91	3,06	2,67	2,43	2,27	2,16	2,07	2,00	1,94	1,89	1,82
200	3,89	3,04	2,65	2,41	2,26	2,14	2,05	1,98	1,92	1,87	1,80
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,09	2,01	1,94	1,88	1,83	1,75

Scanned with OKEN Scanner

VALORILE TEORETICE F CARE AU PROBABILITATEA P=5%

Acest tabel servește la compararea a două varianțe prin proba F. Cel mai adesea se compară
șește limitele erorii. Valoarea F determinată experimental, se compară cu valoarea teoretică pe care
perimental este mai mic decît F teoretic 5% sau dacă s^2_V este mai mică decît s^2_E înseamnă că influența

GL pentru varianța de la numitor (s^2_E)	GL pentru varianța										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	241
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,41
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,84	8,81	8,78	8,74
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,00	4,00
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,48
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,38
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,31
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,28
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,23
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,20
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,18
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,16
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,15
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,30	2,25	2,20	2,13
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,36	2,29	2,24	2,19	2,12
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,10
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,09
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,00
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,02	1,95
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,92
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,14	2,07	2,01	1,97	1,89
80	3,96	3,11	2,72	2,48	2,33	2,21	2,12	2,05	1,99	1,95	1,88
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,10	2,03	1,97	1,92	1,85
150	3,91	3,06	2,67	2,43	2,27	2,16	2,07	2,00	1,94	1,89	1,82
200	3,89	3,04	2,65	2,41	2,26	2,14	2,05	1,98	1,92	1,87	1,80
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,09	2,01	1,94	1,88	1,83	1,75

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul anexă 5 a

DE A FI DEPĂȘITE DATORITĂ FLUCTUAȚIEI ÎNTÎMPLĂTOARE

(după Mudra)

varianța variantelor cu varianța erorii $\left(F = \frac{s_V^2}{s_E^2}\right)$, pentru a vedea dacă efectul variantelor depă-
o găsim la întretăierea coloanei corespunzătoare la GL_V, cu rîndul corespunzător la GL_E. Dacă F ex-
variantelor a fost în limitele erorii și deci continuarea analizei nu este justificată.

de la numărător (s_V^2)										
16	20	24	30	40	50	60	75	100	∞	
246	248	249	250	251	252	252	253	253	254	1
19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,47	19,48	19,48	19,49	19,50	2
8,69	8,66	8,64	8,62	8,59	8,58	8,57	8,57	8,56	8,53	3
5,84	5,80	5,77	5,74	5,72	5,70	5,69	5,68	5,66	5,63	4
4,60	4,56	4,53	4,50	4,46	4,44	4,43	4,42	4,40	4,36	5
3,92	3,87	3,84	3,81	3,77	3,75	3,74	3,72	3,71	3,67	6
3,49	3,44	3,41	3,38	3,34	3,32	3,30	3,29	3,28	3,23	7
3,20	3,15	3,12	3,08	3,04	3,03	3,00	3,00	2,98	2,93	8
2,98	2,94	2,90	2,86	2,82	2,80	2,79	2,77	2,76	2,71	9
2,82	2,77	2,74	2,70	2,66	2,64	2,62	2,61	2,59	2,54	10
2,70	2,65	2,61	2,57	2,53	2,50	2,49	2,47	2,45	2,40	11
2,60	2,54	2,50	2,47	2,42	2,40	2,38	2,36	2,35	2,30	12
2,51	2,46	2,42	2,38	2,34	2,32	2,30	2,28	2,26	2,21	13
2,44	2,39	2,35	2,31	2,27	2,24	2,22	2,21	2,19	2,13	14
2,39	2,33	2,29	2,25	2,20	2,18	2,16	2,15	2,12	2,07	15
2,33	2,28	2,24	2,19	2,15	2,13	2,10	2,09	2,07	2,01	16
2,29	2,23	2,19	2,15	2,10	2,08	2,06	2,04	2,02	1,96	17
2,25	2,19	2,15	2,11	2,06	2,04	2,02	2,00	1,98	1,92	18
2,21	2,16	2,11	2,07	2,03	2,00	1,98	1,96	1,94	1,88	19
2,18	2,12	2,08	2,04	1,99	1,96	1,95	1,92	1,90	1,84	20
2,15	2,10	2,05	2,01	1,96	1,93	1,92	1,89	1,87	1,81	21
2,13	2,07	2,03	1,98	1,94	1,91	1,89	1,87	1,84	1,78	22
2,10	2,05	2,00	1,96	1,91	1,88	1,86	1,84	1,82	1,76	23
2,09	2,03	1,98	1,94	1,89	1,86	1,84	1,82	1,80	1,73	24
2,06	2,01	1,96	1,92	1,87	1,84	1,82	1,80	1,77	1,71	25
2,05	1,99	1,95	1,90	1,85	1,82	1,80	1,78	1,76	1,69	26
2,03	1,97	1,93	1,88	1,84	1,80	1,78	1,76	1,74	1,67	27
2,02	1,96	1,91	1,87	1,82	1,78	1,77	1,75	1,72	1,65	28
2,00	1,94	1,90	1,85	1,80	1,77	1,75	1,73	1,71	1,64	29
1,99	1,93	1,89	1,84	1,79	1,76	1,74	1,72	1,69	1,62	30
1,90	1,84	1,79	1,74	1,69	1,66	1,64	1,61	1,59	1,51	40
1,85	1,78	1,74	1,69	1,63	1,60	1,58	1,55	1,52	1,44	50
1,81	1,75	1,70	1,65	1,59	1,56	1,53	1,50	1,48	1,39	60
1,79	1,72	1,67	1,62	1,56	1,53	1,50	1,47	1,45	1,35	70
1,77	1,70	1,65	1,60	1,54	1,51	1,48	1,45	1,42	1,32	80
1,75	1,68	1,63	1,57	1,51	1,48	1,45	1,42	1,39	1,28	100
1,71	1,64	1,59	1,54	1,47	1,44	1,41	1,37	1,34	1,22	150
1,69	1,62	1,57	1,52	1,45	1,42	1,39	1,35	1,32	1,19	200
1,64	1,57	1,52	1,46	1,39	1,35	1,32	1,28	1,24	1,00	∞

GL pentru varianța de la numitor (s_E^2)

Scanned with OKEN Scanner

VALORILE TEORETICE F CARE AU PROBABILITATEA P=1% DE A FI
(după

GL pentru varianța de la numitor (s^2_E)	GL pentru varianța 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
1	4052	4999	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6022	6056	6106
2	98,50	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,36	99,36	99,39	99,40	99,42
3	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,05
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,55	14,37
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,46	10,29	10,16	10,05	9,89
6	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,47
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,67
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	5,11
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,71
11	9,65	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,40
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,16
13	9,07	6,70	5,74	5,20	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96
14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,70	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,80
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,67
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,55
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,45
18	8,28	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,37
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,76	3,63	3,52	3,43	3,30
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,23
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,64	3,51	3,40	3,31	3,17
22	7,94	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,36	3,26	3,12
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,07
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	3,03
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,86	3,63	3,46	3,32	3,22	3,13	2,99
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,18	3,09	2,96
27	7,68	5,49	4,60	4,11	3,78	3,56	3,39	3,26	3,15	3,06	2,93
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,36	3,23	3,12	3,03	2,90
29	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,09	3,00	2,87
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,84
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,66
50	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,18	3,02	2,88	2,78	2,70	2,56
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,50
70	7,01	4,92	4,08	3,60	3,29	3,07	2,91	2,77	2,67	2,59	2,45
80	6,96	4,88	4,04	3,56	3,25	3,04	2,87	2,74	2,64	2,55	2,41
100	6,90	4,82	3,98	3,51	3,20	2,99	2,82	2,69	2,59	2,51	2,36
150	6,81	4,75	3,91	3,44	3,14	2,92	2,76	2,62	2,53	2,44	2,30
200	6,76	4,71	3,88	3,41	3,11	2,90	2,73	2,60	2,50	2,41	2,28
∞	6,63	4,60	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,18

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul anexă 5 b

DEPĂȘITE DATORITĂ FLUCTUAȚIEI ÎNTÎMPLĂTOARE
M u d r a)

de la numărător (s^2_V)											
16	20	24	30	40	50	60	75	100	∞		
6169	6209	6235	6261	6287	6302	6313	6323	6334	6366	1	
99,44	99,45	99,46	99,47	99,47	99,48	99,48	99,49	99,49	99,50	2	
26,83	26,69	26,60	26,50	26,41	26,35	26,32	26,27	26,23	26,12	3	
14,15	14,02	13,93	13,84	13,74	13,69	13,65	13,61	13,57	13,46	4	
9,68	9,55	9,47	9,38	9,29	9,24	9,20	9,17	9,13	9,02	5	
7,52	7,40	7,31	7,23	7,14	7,09	7,06	7,02	6,99	6,88	6	
6,27	6,16	6,07	5,99	5,91	5,85	5,82	5,78	5,75	5,65	7	
5,48	5,36	5,28	5,20	5,12	5,06	5,03	5,00	4,96	4,86	8	
4,92	4,81	4,73	4,65	4,57	4,51	4,48	4,45	4,41	4,31	9	
4,52	4,40	4,33	4,25	4,16	4,12	4,08	4,05	4,01	3,91	10	
4,21	4,10	4,02	3,94	3,86	3,80	3,78	3,74	3,70	3,60	11	
3,98	3,86	3,78	3,70	3,62	3,56	3,54	3,49	3,46	3,36	12	
3,78	3,66	3,59	3,51	3,42	3,37	3,34	3,30	3,27	3,16	13	
3,62	3,50	3,43	3,35	3,27	3,21	3,18	3,14	3,11	3,00	14	
3,48	3,37	3,29	3,21	3,13	3,07	3,05	3,00	2,97	2,87	15	
3,37	3,26	3,18	3,10	3,02	2,96	2,93	2,89	2,86	2,75	16	
3,27	3,16	3,08	3,00	2,92	2,86	2,83	2,79	2,76	2,65	17	
3,19	3,08	3,00	2,91	2,84	2,78	2,75	2,71	2,68	2,57	18	
3,12	3,00	2,92	2,84	2,76	2,70	2,67	2,63	2,60	2,49	19	
3,05	2,94	2,86	2,78	2,69	2,63	2,61	2,56	2,53	2,42	20	
2,99	2,88	2,80	2,72	2,64	2,58	2,55	2,51	2,47	2,36	21	
2,94	2,83	2,75	2,67	2,58	2,53	2,50	2,46	2,42	2,31	22	
2,89	2,78	2,70	2,62	2,54	2,48	2,45	2,41	2,37	2,26	23	
2,85	2,74	2,66	2,58	2,49	2,44	2,40	2,36	2,33	2,21	24	
2,81	2,70	2,62	2,54	2,45	2,40	2,36	2,32	2,29	2,17	25	
2,77	2,66	2,58	2,50	2,42	2,36	2,33	2,28	2,25	2,13	26	
2,74	2,63	2,55	2,47	2,38	2,33	2,29	2,25	2,21	2,10	27	
2,71	2,60	2,52	2,44	2,35	2,30	2,26	2,22	2,18	2,06	28	
2,68	2,57	2,49	2,41	2,32	2,27	2,23	2,19	2,15	2,03	29	
2,66	2,55	2,47	2,39	2,30	2,24	2,21	2,16	2,13	2,01	30	
2,49	2,37	2,29	2,20	2,11	2,05	2,02	1,97	1,94	1,80	40	
2,39	2,26	2,18	2,10	2,00	1,94	1,91	1,86	1,82	1,68	50	
2,32	2,20	2,12	2,03	1,94	1,87	1,84	1,79	1,74	1,60	60	
2,28	2,15	2,07	1,98	1,88	1,82	1,79	1,74	1,69	1,53	70	
2,24	2,11	2,03	1,94	1,84	1,78	1,74	1,70	1,65	1,49	80	
2,19	2,06	1,98	1,89	1,79	1,73	1,69	1,64	1,59	1,43	100	
2,12	2,00	1,91	1,83	1,72	1,66	1,62	1,56	1,51	1,33	150	
2,09	1,97	1,88	1,79	1,69	1,62	1,58	1,53	1,48	1,28	200	
1,99	1,88	1,79	1,70	1,59	1,52	1,47	1,41	1,36	1,00	∞	

GL pentru varianța de la numitor (s^2_E)

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul anexă 6

VALORILE TEORETICE t CARE AU PROBABILITATEA P=5%, 1% ŞI 0,1% DE A FI DEPĂŞITE DATORITĂ FLUCTUAŢIEI ÎNTÎMPLĂTOARE (după *Fisher*)

Acest tabel serveşte pentru efectuarea probei *t*. El cuprinde valorile *t* pentru cele trei grupe de semnificaţie ($P=5\%$, $P=1\%$ şi $P=0{,}1\%$) în funcţie de numărul de grade de libertate *GL*. Cu valorile din acest tabel se compară valorile *t* găsite experimental. După cum valorile *t* găsite experimental sînt mai mari decît valorile *t* din acest tabel pentru P=5%, 1% sau 0,1%, diferenţele de producţie dintre variante vor fi considerate semnificative, distinct semnificative şi foarte semnificative.

Dacă tabelul nu cuprinde unele grade de libertate, valorile *t* vor fi luate din rîndurile cele mai apropiate.

Valorile *t* din acest tabel se folosesc şi pentru calcularea diferenţelor limită.

GL	P=5%	P=1%	P=0,1%	GL	P=5%	P=1%	P=0,1%
1	12,71	63,66	636,62	26	2,06	2,78	3,71
2	4,30	9,93	31,60	27	2,05	2,77	3,69
3	3,18	5,84	12,94	28	2,05	2,76	3,67
4	2,78	4,60	8,61	29	2,04	2,76	3,66
5	2,57	4,03	6,86	30	2,04	2,75	3,65
6	2,45	3,71	5,96	35	2,03	2,72	3,59
7	2,37	3,50	5,41	40	2,02	2,70	3,55
8	2,31	3,36	5,04	45	2,01	2,69	3,52
9	2,26	3,25	4,78	50	2,01	2,68	3,49
10	2,23	3,17	4,59	60	2,00	2,66	3,46
11	2,20	3,11	4,44	70	1,99	2,65	3,43
12	2,18	3,06	4,32	80	1,99	2,64	3,41
13	2,16	3,01	4,22	90	1,99	2,63	3,40
14	2,15	2,98	4,14	100	1,98	2,63	3,39
15	2,13	2,95	4,07	120	1,98	2,62	3,37
16	2,12	2,92	4,02	140	1,98	2,61	3,36
17	2,11	2,90	3,97	160	1,98	2,61	3,35
18	2,10	2,88	3,92	180	1,97	2,60	3,35
19	2,09	2,86	3,88	200	1,97	2,60	3,34
20	2,09	2,84	3,85	300	1,97	2,59	3,32
21	2,08	2,83	3,82	400	1,97	2,59	3,32
22	2,07	2,82	3,79	500	1,96	2,59	3,31
23	2,07	2,81	3,77	1000	1,96	2,58	3,30
24	2,06	2,80	3,75				
25	2,06	2,79	3,73	∞	1,96	2,58	3,29

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul anexă 7

VALORILE P ÎN %

(Probabilitățile pe care le au valorile t, de a fi depășite datorită întîmplării, în funcție de numărul GL)

Acest tabel servește pentru aflarea probabilității de transgresiune, care corespunde fiecărei diferențe de producție. Această probabilitate de transgresiune, exprimată în %, se găsește călăuzindu-ne după valorile t (găsite experimental), pe care le căutăm în prima coloană verticală, și după gradele de libertate ale erorii (GL_E), care sînt înscrise de la 0 la ∞, în rînd orizontal, în capătul coloanelor.

Numărul gradelor de libertate este indicat curent numai pînă la 10. Pentru un număr mai mare de grade de libertate se va lua coloana cu cifra cea mai apropiată.

t	Gradele de libertate ale erorii																t
	1	2		4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30	50	∞	
0,1	93,7	93,0	92,7	92,5	92,5	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0	0,1
0,2	87,4	86,0	85,5	85,1	84,9	84,7	84,1	84,1	84,1	84,1	84,1	84,1	84,1	84,1	84,1	84,1	0,2
0,3	81,5	79,3	78,5	77,9	77,7	77,3	77,2	77,1	77,0	76,9	76,8	76,7	76,6	76,5	76,4	76,3	0,3
0,4	75,8	72,7	71,6	71,1	70,8	70,6	70,4	70,2	70,0	69,8	69,6	69,4	69,2	69,0	68,9	68,8	0,4
0,5	70,5	66,7	65,0	64,4	64,0	63,6	63,4	63,2	63,0	62,8	62,6	62,4	62,2	62,0	61,9	61,8	0,5
0,6	65,6	61,0	59,2	58,2	57,5	57,0	56,8	56,6	56,4	56,2	56,0	55,8	55,6	55,4	55,2	55,0	0,6
0,7	61,2	55,7	53,5	52,4	51,5	50,9	50,6	50,4	50,2	50,0	49,6	49,3	49,0	48,7	48,5	48,3	0,7
0,8	57,2	50,7	48,2	47,0	46,0	45,3	44,9	44,6	44,3	44,1	43,7	43,4	43,1	42,8	42,6	42,4	0,8
0,9	53,5	46,3	43,5	41,9	40,9	40,3	39,9	39,6	39,3	39,0	38,6	38,2	37,8	37,4	37,1	36,8	0,9
1,0	50,0	42,2	39,2	37,5	36,2	35,5	35,0	34,7	34,4	34,1	33,6	33,3	33,0	32,4	31,9	31,7	1,0
1,1	46,8	38,6	35,2	33,4	32,0	31,3	30,8	30,3	29,9	29,7	29,1	28,8	28,5	27,9	27,5	27,1	1,1
1,2	44,0	35,3	31,7	29,7	28,3	27,7	27,0	26,4	25,9	25,8	25,1	24,8	24,5	23,9	23,4	23,0	1,2
1,3	41,5	32,2	28,4	26,3	25,0	24,2	23,5	23,0	22,6	22,2	21,7	21,3	21,0	20,4	19,8	19,3	1,3
1,4	39,3	29,6	25,7	23,3	22,0	21,1	20,4	19,9	19,5	19,1	18,5	18,1	17,7	17,1	16,5	16,0	1,4
1,5	37,3	27,2	23,1	20,7	19,3	18,5	17,8	17,1	16,7	16,3	15,7	15,3	14,9	14,3	13,7	13,2	1,5
1,6	35,5	25,0	20,8	18,5	17,0	16,0	15,3	14,8	14,4	14,0	13,4	12,9	12,5	11,9	11,4	11,0	1,6
1,7	33,9	23,1	18,8	16,4	15,0	14,0	13,2	12,8	12,4	12,0	11,4	10,9	10,4	9,8	9,3	8,9	1,7

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 7 (continuare)

t	Gradele de libertate ale erorii																t
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30	50	∞	
1,8	32,3	21,3	17,0	14,7	13,2	12,2	11,5	10,9	10,5	10,2	9,5	9,1	8,7	8,1	7,6	7,2	1,8
1,9	30,8	19,8	15,4	13,0	11,6	10,7	9,9	9,3	9,0	8,7	8,0	7,6	7,2	6,6	6,1	5,7	1,9
2,0	29,6	18,4	13,9	11,6	10,2	9,3	8,5	8,0	7,7	7,3	6,8	6,4	6,0	5,4	4,9	4,5	2,0
2,1	28,3	17,1	12,7	10,4	9,0	8,0	7,4	6,9	6,6	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	4,0	3,6	2,1
2,2	27,2	15,9	11,5	9,3	8,0	7,0	6,4	6,0	5,6	5,3	4,8	4,4	4,0	3,6	3,2	2,8	2,2
2,3	26,1	14,8	10,5	8,3	7,0	6,1	5,5	5,1	4,7	4,4	4,1	3,6	3,2	2,9	2,5	2,1	2,3
2,4	25,1	13,8	9,6	7,4	6,2	5,3	4,7	4,3	4,0	3,7	3,4	3,0	2,6	2,3	2,0	1,6	2,4
2,5	24,2	13,0	8,8	6,7	5,4	4,6	4,1	3,7	3,4	3,1	2,8	2,5	2,1	1,8	1,6	1,2	2,5
2,6	23,4	12,1	8,0	6,0	4,8	4,1	3,5	3,2	2,9	2,7	2,4	2,0	1,7	1,4	1,23	0,93	2,6
2,7	22,7	11,4	7,4	5,4	4,3	3,6	3,1	2,7	2,5	2,3	2,0	1,7	1,4	1,1	0,98	0,70	2,7
2,8	21,9	10,7	6,8	4,9	3,8	3,1	2,6	2,3	2,1	1,9	1,6	1,4	1,1	0,90	0,74	0,52	2,8
2,9	21,2	10,1	6,3	4,4	3,4	2,7	2,3	2,0	1,8	1,6	1,3	1,1	0,89	0,70	0,57	0,38	2,9
3,0	20,5	9,7	5,8	4,0	3,0	2,4	2,0	1,7	1,5	1,33	1,1	0,91	0,71	0,55	0,43	0,27	3,0
3,1	19,9	9,1	5,4	3,6	2,7	2,12	1,7	1,45	1,25	1,12	0,93	0,75	0,57	0,43	0,33	0,20	3,1
3,2	19,3	8,6	5,0	3,3	2,4	1,86	1,5	1,25	1,08	0,97	0,78	0,60	0,45	0,33	0,25	0,14	3,2
3,3	18,8	8,1	4,6	3,1	2,2	1,65	1,3	1,08	0,93	0,82	0,65	0,50	0,36	0,26	0,18	0,10	3,3
3,4	18,3	7,7	4,3	2,75	2,0	1,45	1,13	0,95	0,79	0,70	0,53	0,40	0,28	0,20	0,14	<0,10	3,4
3,5	17,7	7,3	4,0	2,50	1,8	1,28	1,00	0,80	0,69	0,58	0,44	0,32	0,22	0,15	0,10		3,5
3,6	17,3	6,9	3,7	2,30	1,6	1,13	0,87	0,70	0,59	0,50	0,37	0,26	0,18	0,12	<0,10		3,6
3,7	16,8	6,6	3,4	2,10	1,4	1,01	0,77	0,61	0,50	0,43	0,30	0,21	0,15	<0,10			3,7
3,8	16,4	6,3	3,2	1,92	1,27	0,90	0,68	0,53	0,43	0,36	0,26	0,17	0,12				3,8
3,9	16,0	6,0	3,0	1,75	1,15	0,79	0,60	0,46	0,37	0,30	0,21	0,14	<0,10				3,9
	Diferențe nesemnificative		Diferențe semnificative			Diferențe distinct semnificative							Diferențe foarte semnificative				

Scanned with OKEN Scanner

4,0	15,6	5,7	2,8	1,62	1,05	0,71	0,52	0,39	0,31	0,26	0,18	0,12						
4,2	14,8	5,2	2,45	1,35	0,84	0,57	0,40	0,29	0,23	0,18	0,13	<0,10						
4,4	14,2	4,8	2,15	1,15	0,70	0,45	0,31	0,22	0,17	0,14	<0,10							
4,6	13,6	4,4	1,91	1,00	0,59	0,36	0,24	0,17	0,13	0,11								
4,8	13,0	4,1	1,70	0,86	0,49	0,29	0,19	0,13	<0,10	<0,10								
5,0	12,6	3,8	1,52	0,75	0,42	0,24	0,15	0,11										
5,2	12,1	3,5	1,37	0,66	0,34	0,20	0,12	<0,10										
5,4	11,7	3,25	1,23	0,58	0,29	0,17	0,10											
5,6	11,3	3,05	1,11	0,50	0,25	0,14	<0,10											
5,8	10,9	2,85	1,01	0,44	0,21	0,12												
6,0	10,5	2,65	0,92	0,39	0,18	0,10												
6,2	10,2	2,50	0,84	0,35	0,16	<0,10												
6,4	9,9	2,35	0,78	0,31	0,14													
6,6	9,7	2,22	0,72	0,27	0,12													
6,8	9,3	2,10	0,66	0,24	0,11													
7,0	9,0	1,99	0,61	0,22	<0,10													
7,2	8,8	1,87	0,56	0,20														
7,4	8,6	1,78	0,52	0,18														
7,6	8,3	1,69	0,48	0,16														
7,8	8,1	1,60	0,44	0,14														
8,0	7,9	1,52	0,41	0,13														
8,5	7,5	1,34	0,34	0,11														
9,0	7,0	1,19	0,29	0,10														
9,5	6,7	1,08	0,25															
10,0	6,3	0,98	0,22															
11,0	5,75	0,82	0,16															
12,0	5,30	0,69	0,12															
13,0	4,90	0,58	0,10															
14,0	4,55	0,50	<0,10															

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 7 (continuare)

t	Gradele de libertate ale erorii																t
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30	59	∞	
15,0	4,25	0,44															
16,0	4,00	0,39															
17,0	3,75	0,34															
18,0	3,55	0,31															
19,0	3,35	0,27															
20,0	3,20	0,24															
21,0	3,05	0,22															
22,0	2,90	0,20															
23,0	2,78	0,19															
24,0	2,65	0,17															
25,0	2,55	0,16															
26,0	2,43	0,15															
27,0	2,36	0,14															
28,0	2,28	0,13															
29,0	2,20	0,12															
30,0	2,13	0,11															
31,0	2,06	0,10															

Scanned with OKEN Scanner

VALORILE TEORETICE q PENTRU TESTUL DUNCAN

Tabelul anexă 8

Numărul gradelor de libertate ale erorii (GL_E)	Numărul de variante cuprinse între limitele comparației															
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	50	100
1	17 97	17 97	17 97	17 97	17 97	17 97	17 97	17 97	17 97	17 97	17 97	17 97	17 97	17 97	17 97	17 97
2	6 09	6 09	6 09	6 09	6 09	6 09	6 09	6 09	6 09	6 09	6 09	6 09	6 09	6 09	6 09	6 09
3	4 50	4 52	4 52	4 52	4 52	4 52	4 52	4 52	4 52	4 52	4 52	4 52	4 52	4 52	4 52	4 52
4	3 93	4 01	4 03	4 03	4 03	4 03	4 03	4 03	4 03	4 03	4 03	4 03	4 03	4 03	4 03	4 03
5	3 64	3 75	3 80	3 81	3 81	3 81	3 81	3 81	3 81	3 81	3 81	3 81	3 81	3 81	3 81	3 81
6	3 46	3 59	3 65	3 68	3 69	3 70	3 70	3 70	3 70	3 70	3 70	3 70	3 70	3 70	3 70	3 70
7	3 44	3 48	3 55	3 59	3 61	3 62	3 63	3 63	3 63	3 63	3 63	3 63	3 63	3 63	3 63	3 63
8	3 26	3 40	3 48	3 52	3 55	3 57	3 58	3 58	3 58	3 58	3 58	3 58	3 58	3 58	3 58	3 58
9	3 20	3 34	3 42	3 47	3 50	3 52	3 54	3 54	3 55	3 55	3 55	3 55	3 55	3 55	3 55	3 55
10	3 15	3 29	3 38	3 43	3 47	3 49	3 51	3 52	3 52	3 53	3 53	3 53	3 53	3 53	3 53	3 53
11	3 11	3 26	3 34	3 40	3 44	3 46	3 48	3 49	3 50	3 51	3 51	3 51	3 51	3 51	3 51	3 51
12	3 08	3 23	3 31	3 37	3 41	3 44	3 46	3 47	3 48	3 50	3 50	3 50	3 50	3 50	3 50	3 50
13	3 06	3 20	3 29	3 35	3 39	3 42	3 44	3 46	3 47	3 48	3 49	3 49	3 49	3 49	3 49	3 49
14	3 03	3 18	3 27	3 33	3 37	3 40	3 43	3 44	3 46	3 47	3 48	3 48	3 49	3 49	3 49	3 49
15	3 01	3 16	3 25	3 31	3 36	3 39	3 41	3 43	3 45	3 47	3 48	3 48	3 48	3 48	3 48	3 48
16	3 00	3 14	3 24	3 30	3 34	3 38	3 40	3 42	3 44	3 46	3 47	3 48	3 48	3 48	3 48	3 48
17	2 98	3 13	3 22	3 29	3 33	3 37	3 39	3 41	3 43	3 45	3 47	3 47	3 48	3 48	3 48	3 48
18	2 97	3 12	3 21	3 27	3 32	3 36	3 38	3 41	3 42	3 45	3 46	3 47	3 47	3 47	3 47	3 47
19	2 96	3 11	3 20	3 26	3 31	3 35	3 38	3 40	3 42	3 45	3 46	3 47	3 47	3 47	3 47	3 47
20	2 95	3 10	3 19	3 26	3 30	3 34	3 37	3 39	3 41	3 44	3 45	3 46	3 47	3 47	3 47	3 47
24	2 92	3 07	3 16	3 23	3 28	3 32	3 35	3 37	3 39	3 42	3 44	3 46	3 47	3 47	3 48	3 48
30	2 89	3 04	3 13	3 20	3 25	3 29	3 32	3 35	3 37	3 41	3 43	3 45	3 46	3 47	3 49	3 49
40	2 86	3 03	3 10	3 17	3 22	3 27	3 30	3 33	3 35	3 39	3 42	3 44	3 46	3 47	3 50	3 50
60	2 83	2 98	3 07	3 14	3 20	3 24	3 28	3 31	3 33	3 37	3 41	3 43	3 45	3 47	3 54	3 54
100	2 80	2 95	3 05	3 12	3 17	3 22	3 25	3 29	3 31	3 36	3 39	3 42	3 45	3 47	3 59	3 60
∞	2 77	2 92	3 02	3 09	3 15	3 19	3 23	3 27	3 29	3 34	3 38	3 41	3 44	3 47	3 64	3 74

Scanned with OKEN Scanner

TRANSFORMAREA ARC SIN $\sqrt{\text{PROCENT}}$

Acest tabel se foloseşte pentru transformarea datelor exprimate în procente, în vederea prelucrării lor prin analiza varianţei

%		%		%		%		%		%	
0,09	1,72	11	19,37	31	33,83	51	45,57	71	57,42	91	72,54
0,1	1,81	12	20,27	32	34,45	52	46,15	72	58,05	92	73,57
0,2	2,56	13	21,13	33	35,06	53	46,72	73	58,69	93	74,66
0,3	3,14	14	21,97	34	35,67	54	47,29	74	59,34	94	75,82
0,4	3,63	15	22,79	35	36,27	55	47,87	75	60,00	95	77,08
0,5	4,05	16	23,58	36	36,87	56	48,45	76	60,67	96	78,46
0,6	4,44	17	24,35	37	37,47	57	49,02	77	61,34	97	80,02
0,7	4,80	18	25,10	38	38,06	58	49,60	78	62,03	98	81,87
0,8	5,13	19	25,84	39	38,65	59	50,18	79	62,72	99,0	84,26
0,9	5,44	20	26,56	40	39,23	60	50,77	80	63,44	99,1	84,56
1	5,74	21	27,28	41	39,82	61	51,35	81	64,16	99,2	84,87
2	8,13	22	27,97	42	40,40	62	51,94	82	64,90	99,3	85,20
3	9,98	23	28,66	43	40,98	63	52,53	83	65,65	99,4	85,56
4	11,54	24	29,33	44	41,55	64	53,13	84	66,42	99,5	85,95
5	12,92	25	30,00	45	42,13	65	53,73	85	67,21	99,6	86,37
6	14,18	26	30,66	46	42,71	66	54,33	86	68,03	99,7	86,86
7	15,34	27	31,31	47	43,28	67	54,94	87	68,87	99,8	87,44
8	16,43	28	31,95	48	43,85	68	55,55	88	69,73	99,9	88,19
9	17,46	29	32,58	49	44,43	69	56,17	89	70,63	100	90,00
10	18,44	30	33,21	50	45,00	70	56,79	90	71,56		

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul anexă 10

COEFICIENȚII DE CORELAȚIE CARE POT FI CONSIDERAȚI SEMNIFICATIV DIFERIȚI DE ZERO LA NIVELUL DE 5% ȘI 1%

Numărul cazurilor studiate	$P=5\%$	$P=1\%$	Numărul cazurilor studiate	$P=5\%$	$P=1\%$	Numărul cazurilor studiate	$P=5\%$	$P=1\%$
3	0,9969	0,9999	15	0,51	0,64	40	0,31	0,40
4	0,95	0,99	16	0,50	0,62	50	0,28	0,36
5	0,88	0,96	17	0,48	0,61	60	0,25	0,33
6	0,81	0,92	18	0,47	0,59	70	0,24	0,31
7	0,75	0,88	19	0,46	0,58	80	0,22	0,29
8	0,71	0,83	20	0,44	0,56	90	0,21	0,27
9	0,67	0,80	22	0,42	0,54	100	0,20	0,26
10	0,63	0,76	24	0,40	0,52	120	0,18	0,23
11	0,60	0,74	26	0,39	0,50	150	0,16	0,21
12	0,58	0,71	28	0,37	0,48	200	0,14	0,18
13	0,55	0,68	30	0,36	0,46	300	0,11	0,15
14	0,53	0,66	35	0,33	0,43	400	0,10	0,13

Tabelul anexă 11

TRANSFORMAREA COEFICIENȚILOR DE CORELAȚIE *r* ÎN VALORI *Z*

r	Z	*r*	Z	*r*	Z	*r*	Z
0,02	0,02	0,30	0,31	0,58	0,66	0,86	1,29
0,04	0,04	0,32	0,33	0,60	0,69	0,88	1,38
0,06	0,06	0,34	0,35	0,62	0,73	0,90	1,47
0,08	0,08	0,36	0,38	0,64	0,76	0,91	1,53
0,10	0,10	0,38	0,40	0,66	0,79	0,92	1,59
0,12	0,12	0,40	0,42	0,68	0,83	0,93	1,66
0,14	0,14	0,42	0,45	0,70	0,87	0,94	1,74
0,16	0,16	0,44	0,47	0,72	0,91	0,95	1,83
0,18	0,18	0,46	0,50	0,74	0,95	0,96	1,95
0,20	0,20	0,48	0,52	0,76	1,00	0,97	2,09
0,22	0,22	0,50	0,55	0,78	1,05	0,98	2,30
0,24	0,24	0,52	0,58	0,80	1,10	0,985	2,44
0,26	0,27	0,54	0,60	0,82	1,16	0,990	2,65
0,28	0,29	0,56	0,63	0,84	1,22	0,995	2,99

Scanned with OKEN Scanner

Patratele pentru numerele pînă la 99 se găsesc în coloana a II-a. Pentru numerele mai mari decît 100, care indică numerele pînă la 99. Aceste tabele

x	x^2	$(100+x)^2$	$(200+x)^2$	$(300+x)^2$	$(400+x)^2$	$(500+x)^2$	$(600+x)^2$	$(700+x)^2$	$(800+x)^2$	$(900+x)^2$
0	**0**	**10 000**	**40 000**	**90 000**	**160 000**	**250 000**	**360 000**	**490 000**	**640 000**	**810 000**
1	1	10 201	40 401	90 601	160 801	251 001	361 201	491 401	641 601	811 801
2	4	10 404	40 804	91 204	161 604	252 004	362 404	492 804	643 204	813 604
3	9	10 609	41 209	91 809	162 409	253 009	363 609	494 209	644 809	815 409
4	16	10 816	41 616	92 416	163 216	254 016	364 816	495 616	646 416	817 216
5	25	11 025	42 025	93 025	164 025	255 025	366 025	497 025	648 025	819 025
6	36	11 236	42 436	93 636	164 836	256 036	367 236	498 436	649 636	820 836
7	49	11 449	42 849	94 249	165 649	257 049	368 449	499 849	651 249	822 649
8	64	11 664	43 264	94 864	166 464	258 064	369 664	501 264	652 864	824 464
9	81	11 881	43 681	95 481	167 281	259 081	370 881	502 681	654 481	826 281
10	**100**	**12 100**	**44 100**	**96 100**	**168 100**	**260 100**	**372 100**	**504 100**	**656 100**	**828 100**
11	121	12 321	44 521	96 721	168 921	261 121	373 321	505 521	657 721	829 921
12	144	12 544	44 944	97 344	169 744	262 144	374 544	506 944	659 344	831 744
13	169	12 769	45 369	97 969	170 569	263 169	375 769	508 369	660 969	833 569
14	196	12 996	45 796	98 596	171 396	264 196	376 996	509 796	662 596	835 396
15	225	13 225	46 225	99 225	172 225	265 225	378 225	511 225	664 225	837 225
16	256	13 456	46 656	99 856	173 056	266 256	379 456	512 656	665 856	839 056
17	289	13 689	47 089	100 489	173 889	267 289	380 689	514 089	667 489	840 889
18	324	13 924	47 524	101 124	174 724	268 324	381 924	515 524	669 124	842 724
19	361	14 161	47 961	101 761	175 561	269 361	383 161	516 961	670 761	844 561
20	**400**	**14 400**	**48 400**	**102 400**	**176 400**	**270 400**	**384 400**	**518 400**	**672 400**	**846 400**
21	441	14 641	48 841	103 041	177 241	271 441	385 641	519 841	674 041	848 241
22	484	14 884	49 284	103 684	178 084	272 484	386 884	521 284	675 684	850 084
23	529	15 129	49 729	104 329	178 929	273 529	388 129	522 729	677 329	851 929
24	576	15 376	50 176	104 976	179 776	274 576	389 376	524 176	678 976	853 776
25	625	15 625	50 625	105 625	180 625	275 625	390 625	525 625	680 625	855 625
26	676	15 876	51 076	106 276	181 476	276 676	391 876	527 076	682 276	857 476
27	729	16 129	51 529	106 929	182 329	277 729	393 129	528 529	683 929	859 329
28	784	16 384	51 984	107 584	183 184	278 784	394 384	529 984	685 584	861 184
29	841	16 641	52 441	108 241	184 041	279 841	395 641	531 441	687 241	863 041
30	**900**	**16 900**	**52 900**	**108 900**	**184 900**	**280 900**	**396 900**	**532 900**	**688 900**	**864 900**
31	961	17 161	53 361	109 561	185 761	281 961	398 161	534 361	690 561	866 761
32	1 024	17 424	53 824	110 224	186 624	283 024	399 424	535 824	692 224	868 624
33	1 089	17 689	54 289	110 889	187 489	284 089	400 689	537 289	693 889	870 489
34	1 156	17 956	54 756	111 556	188 356	285 156	401 956	538 756	695 556	872 356
35	1 225	18 225	55 225	112 225	189 225	286 225	403 225	540 225	697 225	874 225
36	1 296	18 496	55 696	112 896	190 096	287 296	404 496	541 696	698 896	876 096
37	1 369	18 769	56 169	113 569	190 969	288 369	405 769	543 169	700 569	877 969
38	1 444	19 044	56 644	114 244	191 844	289 444	407 044	544 644	702 244	879 844
39	1 521	19 321	57 121	114 921	192 721	290 521	408 321	546 121	703 921	881 721
40	**1 600**	**19 600**	**57 600**	**115 600**	**193 600**	**291 600**	**409 600**	**547 600**	**705 600**	**883 600**
41	1 681	19 881	58 081	116 281	194 481	292 681	410 881	549 081	707 281	885 481
42	1 764	20 164	58 564	116 964	195 364	293 764	412 164	550 564	708 964	887 364
43	1 849	20 449	59 049	117 649	196 249	294 849	413 449	552 049	710 649	889 249
44	1 936	20 736	59 536	118 336	197 136	295 936	414 736	553 536	712 336	891 136
45	2 025	21 025	60 025	119 025	198 025	297 025	416 025	555 025	714 025	893 025
46	2 116	21 316	60 516	119 716	198 916	298 116	417 316	556 516	715 716	894 916
47	2 209	21 609	61 009	120 409	199 809	299 209	418 609	558 009	717 409	896 809
48	2 304	21 904	61 504	121 104	200 704	300 304	419 904	559 504	719 104	898 704
49	2 401	22 201	62 001	121 801	201 601	301 401	421 201	561 001	720 801	900 601
50	**2 500**	**22 500**	**62 500**	**122 500**	**202 500**	**302 500**	**422 500**	**562 500**	**722 500**	**902 500**

Scanned with OKEN Scanner

patratele se caută la întretăierea coloanelor, care indică sutele, cu respectivul număr din coloana I sînt folosite și pentru aflarea rădăcinii patrate

x	x^2	$(100+x)^2$	$(200+x)^2$	$(300+x)^2$	$(400+x)^2$	$(500+x)^2$	$(600+x)^2$	$(700+x)^2$	$(800+x)^2$	$(900+x)^2$
50	**2 500**	**22 500**	**62 500**	**122 500**	**202 500**	**302 500**	**422 500**	**562 500**	**722 500**	**902 500**
51	2 601	22 801	63 001	123 201	203 401	303 601	423 801	564 001	724 201	904 401
52	2 704	23 104	63 504	123 904	204 304	304 704	425 104	565 504	725 904	906 304
53	2 809	23 409	64 009	124 609	205 209	305 809	426 409	567 009	727 609	908 209
54	2 916	23 716	64 516	125 316	206 116	306 916	427 716	568 516	729 316	910 116
55	3 025	24 025	65 025	126 025	207 025	308 025	429 025	570 025	731 025	912 025
56	3 136	24 336	65 536	126 736	207 936	309 136	430 336	571 536	732 736	913 936
57	3 249	24 649	66 049	127 449	208 849	310 249	431 649	573 049	734 449	915 849
58	3 364	24 964	66 564	128 164	209 764	311 364	432 964	574 564	736 164	917 764
59	3 481	25 281	67 081	128 881	210 681	312 481	434 281	576 081	737 881	919 681
60	**3 600**	**25 600**	**67 600**	**129 600**	**211 600**	**313 600**	**435 600**	**577 600**	**739 600**	**921 600**
61	3 721	25 921	68 121	130 321	212 521	314 721	436 921	579 121	741 321	923 521
62	3 844	26 244	68 644	131 044	213 444	315 844	438 244	580 644	743 044	925 444
63	3 969	26 569	69 169	131 769	214 369	316 969	439 569	582 169	744 769	927 369
64	4 096	26 896	69 696	132 496	215 296	318 096	440 896	583 696	746 496	929 296
65	4 225	27 225	70 225	133 225	216 225	319 225	442 225	585 225	748 225	931 225
66	4 356	27 556	70 756	133 956	217 156	320 356	443 556	586 756	749 956	933 156
67	4 489	27 889	71 289	134 689	218 089	321 489	444 889	588 289	751 689	935 089
68	4 624	28 224	71 824	135 424	219 024	322 624	446 224	589 824	753 424	937 024
69	4 761	28 561	72 361	136 161	219 961	323 761	447 561	591 361	755 161	938 961
70	**4 900**	**28 900**	**72 900**	**136 900**	**220 900**	**324 900**	**448 900**	**529 900**	**756 900**	**940 900**
71	5 041	29 241	73 441	137 641	221 841	326 041	450 241	594 441	758 641	942 841
72	5 184	29 584	73 984	138 384	222 784	327 184	451 584	595 984	760 384	944 784
73	5 329	29 929	74 529	139 129	223 729	328 329	452 929	597 529	762 129	946 729
74	5 476	30 276	75 076	139 876	224 676	329 476	454 276	599 076	763 876	948 676
75	5 625	30 625	75 625	140 625	225 625	330 625	455 625	600 625	765 625	950 625
76	5 776	30 976	76 176	141 376	226 576	331 776	456 976	602 176	767 376	952 576
77	5 929	31 329	76 729	142 129	227 529	332 929	458 329	603 729	769 129	954 529
78	6 084	31 684	77 284	142 884	228 484	334 084	459 684	605 284	770 884	956 484
79	6 241	32 041	77 841	143 641	229 441	335 241	461 041	606 841	772 641	958 441
80	**6 400**	**32 400**	**78 400**	**144 400**	**230 400**	**336 400**	**462 400**	**608 400**	**774 400**	**960 400**
81	6 561	32 761	78 961	145 161	231 361	337 561	463 761	609 961	776 161	962 361
82	6 724	33 124	79 524	145 924	232 324	338 724	465 124	611 524	777 924	964 324
83	6 889	33 489	80 089	146 689	233 289	339 889	466 489	613 089	779 689	966 289
84	7 056	33 856	80 656	147 456	234 256	341 056	467 856	614 656	781 456	968 256
85	7 225	34 225	81 225	148 225	235 225	342 225	469 225	616 225	783 225	970 225
86	7 396	34 596	81 796	148 996	236 196	343 396	470 596	617 796	784 996	972 196
87	7 569	34 969	82 369	149 769	237 169	344 569	471 969	619 369	786 769	974 169
88	7 744	35 344	82 944	150 544	238 144	345 744	473 344	620 944	788 544	976 144
89	7 921	35 721	83 521	151 321	239 121	346 921	474 721	622 521	790 321	978 121
90	**8 100**	**36 100**	**84 100**	**152 100**	**240 100**	**348 100**	**476 100**	**624 100**	**792 100**	**980 100**
91	8 281	36 481	84 681	152 881	241 081	349 281	477 481	625 681	793 881	982 081
92	8 464	36 864	85 264	153 664	242 064	350 464	478 864	627 264	795 664	984 064
93	8 649	37 249	85 849	154 449	243 049	351 649	480 249	628 849	797 449	986 049
94	8 836	37 636	86 436	155 236	244 036	352 836	481 636	630 436	799 236	988 036
95	9 025	38 025	87 025	156 025	245 025	354 025	483 025	632 025	801 025	990 025
96	9 216	38 416	87 616	156 816	246 016	355 216	484 416	633 616	802 816	992 016
97	9 409	38 809	88 209	157 609	247 009	356 409	485 809	635 209	804 609	994 009
98	9 604	39 204	88 804	158 404	248 004	357 604	487 204	636 804	806 404	996 004
99	9 801	39 601	89 401	159 201	249 001	358 801	488 601	638 401	808 201	998 001
100	**10 000**	**40 000**	**90 000**	**160 000**	**250 000**	**360 000**	**490 000**	**640 000**	**810 000**	**100 000**

Scanned with OKEN Scanner

THE EXPERIMENTAL FIELD

Any advanced agriculture which aimes at atteining ever increased record yields, must rely on the results of field experiments, precisely conducted and analysed according to the most advanced computing methods.

"The experimental field" is a work elaborated by prof. N. A. Săulescu and engineer N. N. Săulescu to be a guide-book for those who wish to conduct field experiments so that the results may be useful to the agricultural science and practice.

The introductory chapter contains ideas on the terminology used in field experiments givind a larger extention to the characteristics of the modern experimental methods and to the conditions ensuring successful field experiments.

The following chapter deals with the widely used monofactorial and polyfactorial experimental designs.

A special chapter is dedicated to the organization of field experiments, such as: planning of experiments, choice of the experimental plot, determination of corp rotation etc.

The part regarding the proper conduct of the experiments with crop varietes, cultural operation and fertilization has been largely extended, including precise indications on the work in the experimental field.

Scanned with OKEN Scanner

The last chapters are dedicated to the analysis of experimental results and include fundamental ideas on the statistical analysis of the experimental data as well as precise computing indications for different experimental designs.

Indications for the interpretations of such results are given at the end of the book and tables and formulas necessary to routine calculations are presented as well.

The work is written in a clear and concise style and is intended both for researchers and practitioners.

Scanned with OKEN Scanner

О П Ы Т Н О Е П О Л Е

Передовое сельское хозяйство, стараясь непрерывно достичь рекордных урожаев, основывается на результатах полевых опытов, правильно планированных, точно выполненных и анализированных по самым усовершенствованным методам расчета.

Составленный профессором Н. А. Сэулеску и инженером Н. Н. Сэулеску труд «Опытное поле» предназначен служить справочником для работников, проводящих полевые опыты, в целях применения в науке и практике их результатов.

Во вступительной главе работа содержит сведения касающиеся терминологии, применяемой при опытных работах на поле, расширяя развитие характеристик современных опытных методов и условий, обеспечивающих удачу опытов на поле.

Следующая глава рассматривает самые обычные способы размещения как монофакториальных, так и полифакториальных опытов.

В специальной главе говорится о мерах по организации опытов на поле, а именно: планирование опытов, выбор места для устройства опытного поля, установление севооборота и пр.

Шире разбирается часть труда, касающаяся проведения опытов с сортами, культурными системами и опытов с удобрениями, включая точные указания относительно работ на опытном поле.

Scanned with OKEN Scanner

Последние главы книги посвящены анализу опытных результатов и содержат основные понятия о статистическом анализе опытных данных, а также и точные указания по расчету для различных методов расположения вариантов.

В конце книги даются указания для интерпретации этих результатов и необходимые таблицы и формулы для обычных расчетов.

Работа изложена в краткой форме и предназначена для тех, кто занимаются научными исследованиями или работают в производстве.

Scanned with OKEN Scanner

Redactor responsabil: Ing. MARIA PITULESCU
Tehnoredactor: VIRGIL ANDREICA

Dat la cules 09.02.1967. Bun de tipar 20.05.1967. Apărut 1967. Tiraj 4.000+160 ex. Hîrtie tipar înalt tip A, 80 g/m². Ft. 700×1000/16. Coli editoriale 25,30. Coli de tipar 23,75. A. 1287. C. Z. pentru bibliotecile mari 631. C. Z. pentru bibliotecile mici 63.

Întreprinderea poligrafică Sibiu, Str. N. Bălcescu nr. 17
Republica Socialistă România
Comanda nr. 36

Scanned with OKEN Scanner